



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luís Filipe Oliveira de Matos

**A problemática dos organismos
geneticamente modificados e a formação
científica do cidadão comum:
um estudo com manuais escolares de
Ciências Naturais e alunos do 9º ano do
concelho de Penafiel**



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luís Filipe Oliveira de Matos

A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais e alunos do 9º ano do concelho de Penafiel

Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica
na Educação em Ciências

Trabalho realizado sob a orientação do
Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Outubro de 2010

DECLARAÇÃO

Nome: Luís Filipe Oliveira de Matos

Endereço Electrónico: matosfilipe@hotmail.com

Telefone: 966811594

Número do Cartão do Cidadão: 9801461

Título da Dissertação: A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais e alunos do 9º ano do concelho de Penafiel

Orientador: Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Ano da Conclusão: 2010

Designação do Mestrado: Mestrado em Ciências da Educação - Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciências

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO/TRABALHO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, Outubro/2010

Assinatura: _____

DECLARAÇÃO

Nome: Luís Filipe Oliveira de Matos

Endereço Electrónico: matosfilipe@hotmail.com

Telefone: 966811594

Número do Cartão do Cidadão: 9801461

Título da Dissertação: A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais e alunos do 9º ano do concelho de Penafiel

Orientador: Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Ano da Conclusão: 2010

Designação do Mestrado: Mestrado em Ciências da Educação - Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciências

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO/TRABALHO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, Outubro/2010

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma investigação como aquela que agora se apresenta requer o contributo de muitas pessoas às quais agradeço, nomeadamente:

Ao meu orientador, Doutor Luís Dourado, por todo o apoio prestado em tempo útil, manifestados através das pertinentes correcções, conselhos e comentários; pelo seu profissionalismo, traduzido na sua dedicação e permanente disponibilidade; pelo clima de confiança e de entreaajuda que se estabeleceu entre nós.

À Professora Doutora Laurinda Leite, pelo apoio prestado na elaboração do projecto desta investigação, o qual facilitou a concretização da mesma.

Aos especialistas em Educação em Ciências que participaram na validação dos instrumentos de recolha de dados, à Direcção de cada uma das escolas que autorizaram a recolha de dados, aos professores de ciências que aplicaram os inquéritos e aos alunos inquiridos.

À Cristina pelo Amor incondicional, grande paciência, incentivo contínuo, disponibilidade permanente e ajuda prestados. Uma presença constante ao longo de toda a investigação, um apoio com que sempre contei.

À Mariana e à Sofia por toda a compreensão e ajuda prestadas, na medida das suas possibilidades. A sua presença foi fundamental.

À família e amigos, em especial ao Paulo, pela atenção, apoio e disponibilidade

A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais e alunos do 9º ano do concelho de Penafiel

RESUMO

A sociedade actual tem vindo a deparar-se com assuntos mediáticos e controversos, de raiz científica, de que é exemplo a problemática sobre os organismos geneticamente modificados (OGMs). Estes organismos são vistos por uns como uma mais-valia, pois podem ajudar a resolver problemas da sociedade actual e, por outros, como algo de perigoso devido aos seus possíveis riscos, o que tem motivado um debate a nível científico, político e económico, do qual os cidadãos não se devem abster, uma vez que são parte interessada no mesmo. Para tal, estes indivíduos devem ser pessoas informadas, responsáveis e activas, aspectos para os quais contribui a formação em ciências.

Deste modo, procedemos a uma investigação relativamente à problemática dos OGMs e à formação científica do cidadão comum, a qual envolveu a análise dos manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano adoptados no concelho de Penafiel e a aplicação de um questionário a 175 alunos desse concelho sobre as suas concepções e atitudes em relação a estes organismos, tendo-se posteriormente cruzado os resultados de ambos os estudos de modo a perceber se há, ou não, possibilidade de relação entre o conteúdo dos manuais e as concepções e ideias dos alunos.

Estes estudos demonstraram que os manuais nem sempre apresentam a informação necessária, correcta ou lhe dão o devido destaque e, em relação aos alunos, que a maioria demonstrou ter ideias vagas, nem sempre cientificamente correctas, sobre o tema e que não rejeita os OGMs, apesar de não ter muitas certezas em relação à utilização dos mesmos e de ter menor receptividade perante o OGM de tipo alimentar.

Cruzando os dados obtidos na análise de manuais e no questionário aplicado aos alunos, verificou-se que muitas das ideias e atitudes dos alunos estão em consonância com os manuais.

Dado que a nossa investigação revela a existência de falhas ao nível dos manuais e da formação científica dos alunos no final do ensino básico, deverão ser tomadas medidas que permitam, aos alunos que terminam o 3º Ciclo do Ensino Básico, possuir conhecimentos sobre OGMs necessários a uma participação activa em debates sócio-científicos.

**The Genetically Modified Organisms issue and citizens' science education: a study
with junior high school Natural Sciences textbooks and 9th graders from the
Penafiel area**

ABSTRACT

Contemporary society has been faced with some scientific issues that are both popular for the media and controversial in nature. Genetically Modified Organisms (GMO) is an example of such issues. For some people, these organisms have an added value, as they are thought to contribute to the solution of some modern societal issues. For others, they are taken as a threat due to the risks that may be associated to them. The existence of these two opposite reactions has led to a scientific, political and economic debate in which citizens should engage, as they are an interested part on it. However, to do so, citizens should be scientifically informed, responsible and active people. Science education can contribute for them to develop such competences.

Thus, a piece of research focusing on students' ideas regarding GMO, as well as on the way science textbooks deal with this issue was carried out. To achieve the objectives of this research, a study focusing on 9th grade natural Sciences textbooks assigned by Penafiel schools was conducted. The parts of the textbooks that deal with GMO were content analysed. In addition, another study focusing on students' conceptions and opinions regarding to GMO was carried out. To attain the objectives of this study, 175 students attending Penafiel schools answered to a questionnaire. Data collected within the scope of the two studies were compared in order to find out whether, or not, there is a relationship between textbooks content and students' ideas regarding GMO.

The results of the former study suggest that textbooks do not pay enough attention to GMO, as they do not included some ideas that would be required for one to appropriately understand the issue that is under stake. As far as students' ideas are concerned, the results of the latter study indicate that 9th graders hold some scientifically incorrect ideas on GMO, and that they do not completely reject GMO even though they show some doubts about the use of GMO, in general, and as a food, in the particular.

A comparison of the textbooks study results with the students' studies results suggests that many of the students' ideas are consistent with textbooks ideas and opinions.

As this piece of research reveals that some conceptual element are missing in both textbooks and students minds, then action should be taken in order to help students to reach the end of the 3rd cycle of basic education with a repertoire of concepts and ideas on GMO that is necessary for a XXI century citizen to actively participate in socio-scientific debates and decisions-making initiatives.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| AGRADECIMENTOS | iii |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vii |
| ÍNDICE | ix |
| LISTA DE TABELAS..... | xiii |
| LISTA DE IMAGENS | xv |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | xvii |
| CAPÍTULO I - CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO | 1 |
| 1.1- Introdução..... | 1 |
| 1.2- Contextualização geral da investigação..... | 1 |
| 1.2.1-A formação científica do cidadão comum e os organismos geneticamente modificados | 1 |
| 1.2.1.1- O ensino básico e a formação científica do cidadão comum | 1 |
| 1.2.1.2- Os organismos geneticamente modificados e suas implicações | 5 |
| 1.2.2- O manual escolar e a formação científica do cidadão comum | 9 |
| 1.2.2.1- O papel do manual escolar na educação em ciências..... | 9 |
| 1.2.2.2- O manual escolar e as concepções dos alunos..... | 13 |
| 1.3- Objectivos da investigação | 16 |
| 1.4- Importância da investigação..... | 17 |
| 1.5- Limitações da investigação..... | 18 |
| 1.6- Plano geral da dissertação | 18 |
| CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA..... | 21 |
| 2.1- Introdução..... | 21 |
| 2.2- Estado da arte relativo a conhecimentos sobre organismos geneticamente modificados..... | 21 |
| 2.2.1-Importância económica e potencialidades da utilização dos organismos geneticamente modificados..... | 21 |
| 2.2.2- Riscos da utilização de organismos geneticamente modificados..... | 28 |
| 2.2.3 -Regulação dos organismos geneticamente modificados | 31 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.3- | Concepções e opiniões dos alunos sobre organismos geneticamente modificados | 34 |
| 2.3.1- | Concepções dos alunos sobre organismos geneticamente modificados..... | 35 |
| 2.3.2- | Opiniões dos alunos sobre organismos geneticamente modificados | 41 |
| 2.4- | Os manuais escolares de ciências e as concepções dos alunos sobre organismos geneticamente modificados..... | 51 |
| 2.4.1- | Contributo dos manuais escolares de ciências para as concepções dos alunos | 51 |
| 2.4.2- | A biotecnologia nos manuais escolares de ciências..... | 57 |
| CAPÍTULO III - METODOLOGIA | | 61 |
| 3.1- | Introdução..... | 61 |
| 3.2- | Síntese da investigação..... | 61 |
| 3.3- | Descrição do estudo efectuado com manuais escolares..... | 62 |
| 3.3.1- | População e amostra | 62 |
| 3.3.2- | Técnica e instrumento de recolha de dados..... | 63 |
| 3.3.3- | Recolha de dados | 63 |
| 3.3.4- | Tratamento de dados..... | 64 |
| 3.4- | Descrição do estudo efectuado com alunos..... | 64 |
| 3.4.1- | População e amostra | 64 |
| 3.4.2- | Técnica e instrumento de recolha de dados..... | 66 |
| 3.4.3- | Recolha de dados | 67 |
| 3.4.4- | Tratamento de dados..... | 67 |
| CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS..... | | 69 |
| 4.1- | Introdução..... | 69 |
| 4.2- | Estudo 1: análise do conteúdo dos manuais escolares em relação aos organismos geneticamente modificados..... | 69 |
| 4.2.1- | O conceito de organismo geneticamente modificado e suas relações com outros conceitos e conteúdos | 70 |
| 4.2.2- | Exemplos de organismos geneticamente modificados..... | 72 |
| 4.2.3- | Os organismos geneticamente modificados em Portugal e no mundo | 74 |
| 4.2.4- | Implicações dos organismos geneticamente modificados..... | 75 |
| 4.2.5- | Actividades propostas e recursos sugeridos pelos manuais..... | 77 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.6- Imagens veiculadas pelos manuais | 78 |
| 4.2.7- Os organismos geneticamente modificados e a sociedade: reacções, monitorização e perspectiva futura | 81 |
| 4.3- Estudo 2: Concepções e opiniões dos alunos no final do ensino básico sobre organismos geneticamente modificados | 84 |
| 4.3.1- Familiarização dos alunos com o conceito de organismo geneticamente modificado e contextos onde foi abordado | 85 |
| 4.3.2- Ideias dos alunos sobre o conceito de organismo geneticamente modificado | 87 |
| 4.3.3- Exemplos de organismos geneticamente modificados referidos pelos alunos..... | 89 |
| 4.3.4- Opiniões dos alunos em relação a um organismo geneticamente modificado de tipo alimentar | 93 |
| 4.3.5- Opiniões dos alunos em relação a um organismo geneticamente modificado de tipo não alimentar | 98 |
| 4.3.6- Conhecimentos e opiniões dos alunos perante as implicações dos organismos geneticamente modificados | 104 |
| 4.3.7 Familiarização dos alunos com o conceito de organismo transgénico..... | 110 |
| 4.3.8- Ideias dos alunos sobre a relação entre organismos geneticamente modificados e transgénicos | 113 |
| CAPÍTULO V - CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES | 119 |
| 5.1- Introdução | 119 |
| 5.2- Conclusões da investigação | 119 |
| 5.3- Implicações dos resultados da investigação..... | 125 |
| 5.4- Sugestões para futuras investigações | 126 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 129 |
| ANEXOS | 141 |
| ANEXO I - Lista dos manuais de Ciências Naturais, 9º ano, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel | 143 |
| ANEXO II – Grelha de análise de manuais | 147 |
| ANEXO III – Questionário aplicado aos alunos | 151 |
| ANEXO IV – Carta dirigida ao Director de cada escola..... | 157 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Características gerais da amostra de alunos que participaram no estudo | 65 |
| Tabela 2 – O conceito de OGM e suas relações com outros conceitos e assuntos | 70 |
| Tabela 3 - Exemplos de OGMs | 73 |
| Tabela 4 - Os OGMs em Portugal e no mundo | 74 |
| Tabela 5 - Implicações dos OGMs | 75 |
| Tabela 6 - Actividades propostas pelos manuais | 77 |
| Tabela 7 - Imagens | 78 |
| Tabela 8 - Os OGMs e a sociedade: reacções, monitorização e perspectiva futura | 81 |
| Tabela 9 - Alunos que tinham/não tinham ouvido falar em OGMs | 85 |
| Tabela 10 - Contextos em que os alunos já ouviram falar de OGMs | 86 |
| Tabela 11 - Conceito de OGM | 87 |
| Tabela 12 - Exemplos de plantas GMs | 90 |
| Tabela 13 - Exemplos de animais GMs | 91 |
| Tabela 14 - Opiniões dos alunos em relação à compra de óleo alimentar, em que na sua composição se utiliza soja GM | 93 |
| Tabela 15 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que comprariam óleo alimentar contendo soja GM | 94 |
| Tabela 16 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que talvez comprassem óleo alimentar contendo soja GM | 95 |
| Tabela 17 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que não compravam óleo alimentar contendo soja GM | 97 |
| Tabela 18 - Opiniões dos alunos em relação à compra de uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM | 98 |
| Tabela 19 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que comprariam uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM | 99 |
| Tabela 20 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que talvez comprassem uma t- shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM | 101 |
| Tabela 21 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que não compravam uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM | 102 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 22 -Opiniões dos alunos em relação às implicações dos ogms e sua relação com as personagens do texto apresentado no questionário | 104 |
| Tabela 23 -Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'manuel' | 105 |
| Tabela 24 -Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'rita' | 106 |
| Tabela 25 -Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'mariana' | 107 |
| Tabela 26 -Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'pedro' | 108 |
| Tabela 27 -Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'rui' | 109 |
| Tabela 28 -Alunos que já ouviram falar em transgênicos | 111 |
| Tabela 29 -Conceito de transgênico | 112 |
| Tabela 30 -Relação entre OGMs e organismos transgênicos | 113 |
| Tabela 31 -Fundamentação dos alunos que consideraram haver relação entre OGMs e transgênicos..... | 114 |
| tabela 32 - Fundamentação dos alunos que tinham dúvidas na relação entre OGMs e transgênicos..... | 115 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| IMAGEM 1: IMAGEM PRESENTE NA PÁGINA 73 DO MANUAL M3 RELATIVA AO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE UM GENE DA SOLHA PARA O MORANGUEIRO | 79 |
| IMAGEM 2 - PÁGINA DUPLA (84 E 85) DO MANUAL M1 COM CONTEÚDO RELATIVO AOS OGMS E À CLONAGEM | 80 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----|-------------------------------------|
| EUA | Estados Unidos da América |
| FDA | Food and Drug Administration |
| GM | Geneticamente modificado |
| OGM | Organismos geneticamente modificado |
| OMC | Organização Mundial do Comércio |
| UE | União Europeia |

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

1.1- Introdução

Neste primeiro capítulo contextualizamos e apresentamos a investigação efectuada relativamente à problemática dos organismos geneticamente modificados (OGM) e à formação científica do cidadão comum.

Para o efeito, fazemos uma contextualização geral da investigação (1.2) e apresentamos os objectivos (1.3), a importância (1.4) e as limitações (1.5) da investigação.

1.2- Contextualização geral da investigação

A contextualização geral da investigação, que agora fazemos, divide-se em duas partes: uma que inclui a formação científica do cidadão comum e os OGMs (1.2.1) e outra que inclui a relação existente entre o manual escolar e a formação científica do cidadão comum (1.2.2).

1.2.1- A formação científica do cidadão comum e os organismos geneticamente modificados

Neste ponto abordamos a importância do ensino básico para a formação científica do cidadão comum (1.2.1.1) e apresentamos o conceito de organismo geneticamente modificado e implicações da sua utilização (1.2.1.2).

1.2.1.1- O ensino básico e a formação científica do cidadão comum

Em Portugal, de acordo com o artigo 2º, ponto 1, do Decreto-Lei nº 46/86, de 14 de Outubro (Lei de Bases do Sistema Educativo), mantido nos Decreto-Lei 115/97, de 19 de Setembro e Decreto-Lei 49/2005, de 30 de Agosto, que alteraram aquela lei, todos os cidadãos têm direito à educação e à cultura, nos termos da Constituição da República.

De acordo com a referida legislação, “o sistema educativo responde às necessidades resultantes da realidade social, contribuindo para o desenvolvimento pleno e harmonioso da personalidade dos indivíduos, incentivando a formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários e valorizando a dimensão humana do trabalho” (artigo 2º, ponto 4).

A mesma legislação considera que uma das componentes do sistema educativo é o ensino básico, e que este é universal, obrigatório e gratuito (artigo 6º). Os seus objectivos (artigo 7º) vão no sentido de assegurar uma formação geral comum a todos os portugueses visando a formação de cidadãos cultos, civicamente responsáveis e democraticamente intervenientes na vida comunitária.

De acordo com o disposto no documento ‘Currículo nacional do ensino básico - competências essenciais’, do Ministério da Educação, o ensino das ciências é considerado fundamental, correspondendo a:

“uma preparação inicial (a ser aprofundada no ensino secundário, apenas por uma minoria) e visa proporcionar aos alunos possibilidades de:

- Despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência;
- Adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos de investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas;
- Questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral.” (DEB, 2001^a, p. 129)

Deste modo, pode-se considerar que a maioria dos cidadãos em Portugal estudam ciências, pelo menos durante o ensino básico e que isso, tal como defende Matthews (2009), é um factor que condiciona a construção da sua cosmovisão.

Matthews (2009) considera que, actualmente, a relação entre o ensino das ciências e a formação do cidadão comum é acentuada e alimentada pela globalização económica, pelas necessidades da população, pelos movimentos laborais, mas também pelo facto de as populações do Médio Oriente e da Ásia, estarem cada vez mais familiarizados com a moderna tecnologia.

A educação em ciências deve contribuir para a existência de alunos com conhecimentos científicos conceptuais, mas também com competências que lhes permitam a tomada de decisões no seu quotidiano (Matthews, 2009), adequadas a um mundo globalizante, tecnocientífico, multicultural e cada vez mais complexo (Carter, 2007) em que quase diariamente os meios de comunicação social fazem referência a assuntos sócio-científicos controversos (Reis, 2008). Estes aspectos são também considerados no documento 'Currículo nacional do ensino básico - competências essenciais' do Ministério da Educação, nomeadamente quando se refere que os alunos devem, no final do ensino básico, ser capazes de “mobilizar saberes culturais, científico e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano” (DEB, 2001^a, p.15)

De acordo com Cachapuz *et al.* (2004), a educação em ciências deve formar cidadãos cientificamente cultos, dotados de conhecimentos científicos, mas também de opiniões, valores e competências que lhes permitam participar activamente e responsabilmente em sociedades modernas que se querem abertas e democráticas. No mesmo sentido, segundo Reis (2008) a ideia de um cidadão passivo, governado por outros, deve ser substituída pela ideia de cidadão activo, capaz de intervir nos processos de decisão com que se depara.

Para Hodson (1998), a educação em ciências deve permitir que os alunos adquiram conhecimentos científicos, mas também que sejam capazes de compreender a natureza da Ciência, bem como as relações entre as ciências, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Estes propósitos, referidos por Hodson (1998) e Cachapuz *et al.* (2004), para o ensino das ciências, estão de acordo com o disposto no documento 'Currículo nacional do ensino básico – competências essenciais', nomeadamente quando neste documento se refere que alguns dos princípios e valores orientadores do currículo são:

- “a construção e a tomada de consciência da identidade pessoal e social;
- a participação na vida civil de forma livre, solidária, responsável e crítica;

- o respeito e a valorização da diversidade dos indivíduos e dos grupos quanto às suas pertencas e opções,” (DEB, 2001^a, p. 15)

e que no final do ensino básico, os alunos, entre outras competências, devem ser capazes de:

- “mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano;
- usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar.” (DEB, 2001^a, p. 15)

Segundo Matthews (2009), para que se atinjam os objectivos referidos por Hodson (1998) e Cachapuz *et al.* (2004), é necessário que a formação em ciências contemple a cooperação interdisciplinar de pessoas de diferentes áreas, capazes de incluir no currículo o percurso da Ciência ao longo do tempo em sociedades com diferentes contextos científicos, filosóficos, intelectuais, religiosos, tecnológicos, económicos e culturais, sem esquecer que, se a sociedade condiciona a Ciência que se faz, esta relação é de duplo sentido. Assim, os alunos podem reconhecer a diversidade de visões do mundo, de perspectivas de análise, de hipóteses e teorias, e as suas implicações de modo a poderem chegar às suas próprias conclusões (Matthews, 2009).

Deste modo, os alunos perceberão que as novas ideias científicas são muitas vezes contestadas por indivíduos e grupos sociais, em função dos seus interesses e perspectivas e que, por isso, as novas explicações devem suportar as críticas e o exame minucioso a que serão sujeitas, antes de serem reconhecidas como válidas. (Matthews, 2009).

A utilização de temas controversos, em que um número variado de pessoas emite opinião sobre eles, sem que se chegue a uma conclusão definitiva (Oulton *et al.*, 2004), permite que os alunos se apercebam da existência de articulação entre as convicções individuais e o conhecimento científico (Sadler *et al.*, 2004), da existência de perspectivas para além dos conhecimentos e habilidades tradicionais e se preparem para um mundo culturalmente diverso (Carter, 2007).

Os alunos podem, também, perceber que muitas questões controversas têm base nas ciências, podendo as mesmas surgir a propósito de novos desenvolvimentos científicos. Como exemplo, referimos os OGMs, os quais são um assunto controverso em muitos países pois,

apesar de terem uma base científica, na maioria das situações, são ligadas a aspectos sociais, políticos ou económicos (Oulton *et al.*, 2004).

Os cidadãos poderão depara-se ao longo da vida com assuntos de base científica atendendo às múltiplas experiências que os cidadão vão tendo, à informação que vão recebendo e em relação às quais tiram conclusões, o que justifica, como referem Cachapuz *et al.* (2004), que a aprendizagem das ciências se deve fazer ao longo da vida e em vários contextos.

Os mesmos autores referem ainda que os alunos devem ser preparados para tal, ainda durante o ensino formal das ciências, devendo-se, por exemplo, utilizar os meios de comunicação social, não só com a intenção de tornar o discurso mais motivador, mas também com o propósito de criticar a informação veiculada

Em síntese, pode-se considerar que no sistema educativo a formação científica do cidadão comum é fundamental e determinante para a construção da visão do mundo de cada um e para a sua intervenção responsável na sociedade em que está inserido.

A inclusão de diferentes dimensões das ciências na formação científica do cidadão comum permite que este perceba a existência de diferentes perspectivas sobre determinado assunto e a importância do seu debate. Permite também perceber que muitas polémicas têm uma origem científica e que as ciências estão presente no seu quotidiano, seja através de instrumentos tecnológicos que utilizam, seja através de serviços a que recorrem, nomeadamente serviços de saúde, e que devem ter um papel activo em relação aos mesmos.

A formação científica do cidadão não se esgota na sala de aula, devendo a mesma estar em articulação com o quotidiano dos alunos e prepará-los para a aprendizagem informal que, previsivelmente, realizarão ao longo da sua vida.

1.2.1.2- Os organismos geneticamente modificados e suas implicações

Desde a antiguidade que o Homem procurou seleccionar as plantas e os animais com as características mais desejáveis, procurando preservar essa característica através do cruzamento e selecção tradicionais (Borém *et al.*, 2003; Varzakas *et al.*, 2007). Assim, segundo o disposto em COTEC (2006) houve uma alteração do património genético daqueles organismos através de processos convencionais de variação genética como a mutação e a hibridização, verificando-se

na mutação uma alteração de um nucleótido, que pode provocar o aparecimento de um atributo mais favorável e na hibridização um cruzamento genético em que os progenitores trocam os seus genes.

De acordo com Varzakas *et al.* (2007), com a expansão do conhecimento sobre a biologia e a genética desenvolveu-se a biotecnologia, a qual permitiu alterar os seres vivos, ou partes deles, com um determinado propósito. Uma das aplicações da biotecnologia é a engenharia genética, que permite manipular a informação genética dos organismos e, desse modo, conduzir ao aparecimento de OGMs com características diferentes das iniciais (COTEC, 2006; Varzakas *et al.*, 2007).

Segundo o disposto em COTEC (2006), em relação às técnicas de reprodução convencionais, a engenharia genética reduz o acaso, podendo-se prever, com maior segurança, quais as características que esse OGM terá. O mesmo documento acrescenta ainda que a engenharia genética permite a troca de genes entre organismos que podem não ser sexualmente compatíveis e que as alterações provocadas surgem mais rapidamente do que se fossem provocadas por técnicas de reprodução convencionais. Inclusivamente, e ainda segundo o disposto no mesmo documento, a engenharia genética pode originar variedades que de outra forma não existiriam.

Devido às potencialidades dos OGMs, estes organismos têm ganho uma importância crescente, a ponto de haver legislação específica em relação a eles. Assim, em relação à legislação nacional, segundo o Decreto-Lei 73/2002, artigo 2º, um OGM é “qualquer organismo, com excepção do ser humano, cujo material genético foi modificado de uma forma que não ocorre naturalmente por meio de cruzamentos e ou de recombinação natural”.

Esta definição corresponde à transposição da definição de OGM existente na directiva 2001/18/EC, artigo 2º, da legislação da União Europeia (UE).

Apesar de o recurso aos OGMs não ter resolvido os problemas de alimentação da população mundial, nem os problemas do sector agrícola, aspectos que levaram à criação destes organismos, a variedade destes organismos é cada vez maior e as suas utilizações cada vez mais amplas, nomeadamente a nível agro-pecuário, ambiental, alimentar, saúde e industrial (Borém *et al.*, 2003).

A nível agro-pecuário, a utilização dos OGMs pode dar um contributo importante pois podem ser desenvolvidas variedades geneticamente modificadas (GM) mais produtivas do que as variedades não GMs, ou criando animais GMs maiores do que as variedades não GMs,

aumentando a rentabilidade; podem ser desenvolvidas variedades GMs capazes de se desenvolver em solos menos férteis, possibilitando o seu cultivo em novas terras agrícolas, nomeadamente em terras que pertenceram a ecossistemas florestais - opção extremamente controversa devido à utilização de terras indígenas/nativas. (Borém *et al.*, 2003).

A nível ambiental, a utilização de OGMs com melhor tolerância ao stress ambiental ou de OGMs resistentes a pragas e doenças reduz a quantidade perdas agrícolas, devido a pragas, doenças ou durante o cultivo e proporcionam o aumento da produtividade das colheitas. Para além disso, a utilização destas variedades GMs permite reduzir a quantidade de produtos químicos utilizados na agricultura com benefício a nível de introdução de poluentes na cadeia alimentar e diminuição da poluição do solo e da água (Borém *et al.*, 2003).

Segundo Borém *et al.* (2003), outra vantagem ambiental dos OGMs é a capacidade de biorremediação. A este propósito, aqueles autores referem que microrganismos GMs ou plantas GMs podem ser utilizados na despoluição do solo ou água

A nível alimentar, com a utilização de OGMs, podem também obter-se plantas e animais com melhor qualidade nutricional sendo previsível que, dentro de alguns anos, se possam obter ovos com baixo teor de colesterol ou leite com reduzidos níveis de lactose (Borém *et al.*, 2003).

No que diz respeito à saúde, os OGMs podem também ser importantes, nomeadamente através dos xenotransplantes, sendo o exemplo mais comum o uso de válvulas cardíacas de suínos em seres humanos; da elaboração de produtos farmacêuticos e medicinais, como por exemplo a produção de anticoagulantes e de anticorpos; da produção de gorduras mais saudáveis, por exemplo através da substituição dos ácidos gordos em sementes (Borém *et al.*, 2003).

Na indústria, os OGMs podem possibilitar a produção de novas tintas industriais e de bioplástico, com vantagens ambientais, uma vez que os resíduos produzidos serão menos tóxicos ou mais facilmente degradáveis (Borém *et al.*, 2003).

No entanto, a utilização dos OGMs tem sido polémica e não está isenta de eventuais riscos, quer a nível ambiental, quer a nível da saúde.

Em termos ambientais verifica-se que: genes de culturas geneticamente modificadas podem ser, naturalmente, transferidos para organismos não GM, contaminando-os e tornando as espécies GM, espécies infestantes; a tolerância de variedades GM aos herbicidas pode ameaçar a biodiversidade em áreas agrícolas e as pragas agrícolas podem rapidamente desenvolver resistência às culturas GM expressando novas toxinas, encurtando a vida útil dessas culturas e

comprometendo a eficácia dos actuais insecticidas; as substâncias tóxicas produzidas por OGMs para combater as pragas agrícolas também poderão ser tóxicos para os seres humanos ou outros organismos inofensivos ou benéficos, podendo desencadear uma perturbação em cadeia através do ecossistema com consequências difíceis de prever (Varzakas *et al.*, 2007).

No domínio da saúde, segundo Varzakas *et al.* (2007), a utilização de OGMs pode induzir a resistência aos antibióticos em agentes patogénicos, com a consequente redução na eficácia de certas terapêuticas. Ainda neste domínio, o mesmo autor refere que os alimentos transgénicos podem funcionar como substâncias alergénicas e assim originar novas alergias.

Num outro plano, Varzakas *et al.* (2007) referem que a tecnologia de engenharia genética utilizada para produzir vírus pode facilitar a criação de vírus novos, mais virulentos, ou de mais ampla distribuição.

No entanto, investigações feitas acerca dos possíveis perigos na utilização de OGMs têm revelado que apesar dos possíveis impactos negativos anteriormente listados, não tem havido graves impactos ambientais ou de saúde associados à utilização da engenharia genética em culturas agrícolas nos Estados Unidos (Varzakas *et al.*, 2007).

Apesar da aparente segurança, deve-se considerar que a transformação de uma variedade não-GM em variedade GM não ocorre sempre da mesma forma ou com recurso aos mesmos genes, pelo que a segurança das variedades GM deve ser avaliada caso-a-caso, não sendo correcto fazer afirmações gerais sobre a segurança de todas elas (Varzakas *et al.*, 2007).

Em termos políticos, no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), em que os países membros são obrigados a permitir as importações de produtos desde que não representem um risco para os seres humanos, animais, ou plantas, fazem-se pressões, lobby e defendem-se interesses, por vezes duvidosos. Por exemplo, ao nível da indústria de biotecnologia e agro-alimentar, mas também ao nível da regulamentação para o cultivo e comercialização de OGMs e em que certas posições tomadas unilateralmente podem ser foco de tensão entre países (Varzakas *et al.*, 2007; Skogstad, 2003).

Neste domínio verifica-se o confronto entre os países com maior produção de OGMs, como os Estados Unidos e o Canadá, sobre aqueles que têm menor produção, como os países da União Europeia, em que aqueles tentam exportar e vender os seus OGMs, enquanto que estes tentam impor restrições a isso. (Varzakas *et al.*, 2007)

Em termos económicos, algumas organizações estão também preocupadas com um nível indesejável de controlo dos mercados de sementes por um pequeno número de empresas

químicas, temendo que esse facto para além de permitir uma espécie de monopólio económico, também contribua para a diminuição da gama de variedades usadas pelos agricultores e que assim se diminua a biodiversidade (Varzakas *et al.*, 2007).

Segundo Winham (2009), apesar de toda a polémica em relação aos OGMs, na última década, registou-se um rápido e contínuo crescimento na utilização da tecnologia dos OGMs, que se repercute tanto em termos de área plantada como no número de países a fazê-lo.

Em síntese, a temática dos OGMs é um dos assuntos polémicos da sociedade actual, não havendo indícios da possibilidade de reconciliação das duas perspectivas, tendo em conta as convicções e interesses subjacentes a cada uma.

A diversidade de variedades de OGMs e de utilizações dos mesmos tem vindo a aumentar. Contudo, é irresponsável considerar que estes organismos trazem apenas benefícios e nenhuns riscos, sendo importante que a sociedade e os seus cidadãos sejam vigilantes e críticos em relação a eles e a quaisquer outros avanços tecnológicos.

1.2.2- O manual escolar e a formação científica do cidadão comum

Neste ponto refere-se o papel que o manual escolar desempenha na educação em ciências (1.2.2.1) e a relação que pode existir entre o manual escolar e as concepções dos alunos (1.2.2.2).

1.2.2.1- O papel do manual escolar na educação em ciências

Numa época em que se verifica uma multiplicidade de suportes de ensino, nomeadamente os suportes informáticos e audiovisuais, o manual escolar continua a ser o suporte de aprendizagem comum aos diferentes actores do ensino das ciências e aquele que tem mais relevância para professores e alunos (Tormenta, 1996; Santos, 2001; Snyder & Broadway, 2004; Roseman, 2010)

Segundo o Decreto-Lei n.º 47/2006, de 28 de Agosto, referente à avaliação, certificação e adopção de manuais escolares, o manual escolar é:

“um recurso didáctico-pedagógico relevante, ainda que não exclusivo, do processo de ensino e aprendizagem, [...] apresentando informação correspondente aos conteúdos nucleares dos programas em vigor, bem como propostas de actividades didácticas e de avaliação das aprendizagens, podendo incluir orientações de trabalho para o professor” (artigo 3º, alínea b), p. 6213).

De acordo com o disposto no artigo 5º da mesma lei, a iniciativa da elaboração de manuais escolares pertence aos autores, aos editores ou a outras instituições, legalmente habilitadas para o efeito, havendo apenas intervenção do estado na ausência daquela iniciativa. Os professores podem, também, elaborar materiais didáctico-pedagógicos próprios, desde que isso não implique despesas suplementares para os alunos.

Os manuais escolares são submetidos a um processo de avaliação e de certificação o qual, segundo o artigo 7º, ponto 2, do mesmo Decreto-Lei, tem como objectivos garantir a qualidade científica e pedagógica dos manuais a adoptar, assegurar a sua conformidade com os objectivos e conteúdos do currículo nacional e dos programas ou orientações curriculares em vigor e atestar que constituem instrumento adequado de apoio ao ensino e à aprendizagem e à promoção do sucesso educativo” (p. 6214).

Deste modo, percebe-se que o manual escolar é um recurso importante, criado por elementos da sociedade civil que o submetem a certificação por uma comissão de avaliação, escolhida pelo Ministério da Educação, a qual integra docentes e investigadores do ensino superior das áreas científica e pedagógica; docentes do mesmo nível de ensino e do mesmo grupo disciplinar a que se refere o manual; membros de sociedades ou associações científicas e pedagógicas de área relacionada com a avaliação em causa. Deste modo, regula a qualidade, a adequação e o teor do manual que será utilizado pelos alunos. De referir também que o Decreto-Lei 47/2006, para além de considerar a importância do manual escolar, reconhece que este não é o único recurso didáctico-pedagógico ao dispor dos alunos.

O manual, que resulta da interpretação feita pelo seu autor ou autores, das orientações curriculares emanadas pelo Ministério da Educação, assume-se assim como elemento central de todo o ensino uniformizado, preservando e veiculando, dessa forma, o currículo escolar único, mas também valores e ideologias (Santos, 2001). Concebido para o aluno, são raros os professores que, no quotidiano da sua acção pedagógica, não recorrem ao uso do manual, e que, a partir dele, planificam as suas aulas e organizam as suas actividades lectivas (Tormenta, 1996). O manual funciona muitas vezes como se fosse o próprio programa da disciplina e

constitui a única bibliografia que alguns professores conhecem, em termos científicos e em termos pedagógicos (Tormenta, 1996).

E, se os professores se deixam prender pelo manual, isto é, pelos tópicos, conceitos actividades e grau de aprofundamento apresentados por ele, também os alunos esperam que seja o manual a dar-lhes as respostas de que necessitam e as experiências de ensino por que devem passar (Snyder & Broadway, 2004).

O manual escolar tem, assim, uma função fortemente reguladora das práticas escolares, sociais e éticas, servindo de suporte de conhecimentos para alunos e professores e de elemento de ligação entre a escola e a família (Santos, 2001), consubstanciada numa determinada visão da sociedade, da história e da cultura (Morgado, 2004).

Tormenta (1996) refere que o poder dos manuais escolares é acrescido pelo facto de os mesmos terem como público-alvo jovens ainda pouco críticos e que, por isso, aceitam com mais facilidade o conteúdo do manual como verdade absoluta, bem como os valores e ideologias que veiculam.

Para os alunos, um recurso que contém a informação previamente seleccionada e estruturada também reduz a sua intervenção na construção do seu conhecimento e da sua identidade (Snyder & Broadway, 2004). Neste aspecto, os manuais de ciências enfrentam um dilema pois devem contribuir para aquilo que a sociedade considera legítimo e verdadeiro, de uma forma objectiva e, por outro lado, permitir interpretações subjectivas do indivíduo perante a realidade e os factos que lhe são apresentados (Snyder & Broadway, 2004).

O papel central dos manuais escolares é enfatizado por Campanario & Otero (2000) quando dizem ser difícil imaginar como seria o ensino das ciências sem o manual, uma vez que é o principal instrumento pedagógico utilizado. Os mesmos autores referem que o manual tem um papel importante no ensino das ciências, pois, para além da informação que apresenta, ele orienta muitas das actividades da aula.

Segundo Roseman (2010), um bom manual de ciências deve incluir um conjunto de propostas de actividades que ajudem os alunos a construir o novo conhecimento em articulação com conhecimentos anteriores, eliminando possíveis concepções alternativas; que envolvam fenómenos do quotidiano dos alunos; que incluam representações dos fenómenos que clarifiquem ideias abstractas e as tornem plausíveis; que permitam a aplicação dos conhecimentos dos alunos a diferentes contextos.

Assim podemos considerar que a formação científica do aluno está fortemente dependente do conteúdo do manual, quer em termos de informação textual e gráfica, quer em termos de actividades propostas, ainda que em alguns casos o manual não seja seguido na íntegra (Santos, 2001).

No entanto, segundo Tormenta (1996), apesar das inovações introduzidas nos manuais, alguns continuam a ter muitas das características de edições anteriores, havendo sobretudo uma alteração do seu grafismo. Deste modo, Tormenta (1996) considera que estes manuais, em vez de funcionarem como fonte de sugestões ou como instrumentos de consulta, continuam a levar os alunos a acreditar em tudo o que está escrito, sem que haja grande análise crítica do seu conteúdo ou uma complementaridade com outros recursos.

Este facto pode ser um obstáculo no ensino das ciências, pois o manual continua a ser um elemento central de todo o processo de ensino (Tormenta, 1996; Campanario & Otero, 2000; Santos, 2001) e, segundo Leite (1999) e Stern & Roseman (2004), a informação que o mesmo apresenta nem sempre é correcta, do ponto de vista científico e muitas vezes é absorvida sem a noção do erro.

Por último, é de referir que os manuais são cada vez mais editados em conjunto com outros suportes complementares, os quais mantêm o manual como um elemento central de todo o ensino (Tormenta, 1996) e permitem que os seus conteúdos continuem a ser a forma dominante de instrução, apesar do impacto que os suportes do tipo audiovisual têm tido sobre os alunos (Santos, 2001).

Em síntese, pode considerar-se que o manual é um recurso didáctico central e regulador do processo educativo, nomeadamente no ensino das ciências, uma vez que contém a informação seleccionada e estruturada para o aluno, é muito utilizado pelos professores na planificação das suas aulas e um elemento de ligação entre a escola e a família, legitimando o que a escola ensina.

No entanto, o manual escolar não deve ser visto como um conjunto de verdades absolutas, mas sim de uma forma crítica, proporcionando a construção do conhecimento e da identidade individual de cada um. Este facto acentua-se devido ao facto de que apesar de os alunos receberem informação de vários suportes, o manual continuar a ser o principal suporte da informação em termos de educação formal.

1.2.2.2- O manual escolar e as concepções dos alunos

Apesar da importância dada ao manual no ensino das ciências, há algumas evidências de que o manual escolar pode ter falhas a nível científico e que pode reforçar ou mesmo induzir algumas concepções alternativas dos alunos (Leite, 1999). Aquela falta de rigor pode ser devida às imagens apresentadas (Carrascosa, 2006), mas pode também acontecer porque os manuais contêm alguns textos imprecisos, vagos ou incompletos (Johnsen 1996), ou sugestões metodológicas que entram em conflito com objectivos importantes do currículo (Johnsen, 1996) ou com a investigação educativa (Leite, 1999).

Leite (1999) refere ainda que a existência, nos manuais de ciências, de conceitos organizados de forma diferente, por vezes numa sequência que nem sempre é a mais correcta, e de actividades muito diversas e com características diferentes, dificulta a regulação do ensino das ciências e proporcionam diferentes pontos de chegada dos alunos.

O facto de a decisão dos conceitos a apresentar aos alunos e do grau de aprofundamento dos conceitos não ser uniforme em todos os manuais, e de isso contribuir para a existência de diferentes realidades com as quais os alunos vão construir o seu conhecimento, proporciona também diferentes concepções nos alunos (Snyder & Broadway, 2004).

Aquelas concepções podem também ser mantidas ou incrementadas pelo facto de os manuais, tal como refere Leite (1999) nem sempre promoverem a participação activa dos alunos na aprendizagem, ou promoverem a capacidade de pensamento ou de aprofundamento de conceitos/conteúdos, ou questionarem os alunos em relação às actividades propostas.

Assim, os professores devem ser capazes de utilizar o manual de forma crítica e flexível, mudando a sequência de conteúdos, alterando as actividades propostas, promovendo uma diferente articulação entre as actividades propostas e o restante conteúdo do manual e de utilizar outras actividades, de modo a facilitar a aprendizagem dos conteúdos científicos pelos alunos (Leite, 1999).

Reconhecendo que a informação contida no manual não é neutra, mas antes, que obedece a certos critérios de ordem individual, social e éticos, ela deve ser encarada pelos alunos como algo que vai contribuir para a construção do seu próprio conhecimento, das concepções que vão ter do mundo e de si próprios e as suas convicções, mas que deve ser analisada criticamente (Snyder & Broadway, 2004). Se os alunos aceitam o disposto no manual, seja em termos de texto, seja em termos gráficos, sem que reflectam sobre o assunto, o

conteúdo do manual permanecerá fechado, uma vez que se pode considerar que a leitura é necessária para que os alunos alcancem a literacia científica e possam compreender os conceitos científicos (Snyder & Broadway, 2004).

Considerando que a aprendizagem dos alunos é o resultado da consciência do seu quotidiano, o processo fica comprometido quando a relação entre o quotidiano do aluno e a abordagem feita nos manuais não é evidente, uma vez que os alunos precisam de manuais que permitam e os incentivem a utilizar as suas crenças e as suas convicções (Snyder & Broadway, 2004).

Em relação ao conteúdo do manual propriamente dito, normalmente o aspecto a que é dada mais atenção é ao conteúdo do texto apresentado, ficando as imagens num plano mais secundário, apesar do Ministério da Educação as incluir como um dos critérios a ter em conta na adopção do manual escolar (Leite & Afonso, 2001).

Segundo as orientações da tutela, as ilustrações dos manuais escolares são um dos critérios de apreciação dos manuais para o ano lectivo de 2009/2010, e devem ser correctas, pertinentes, relacionar-se adequadamente com o texto e podem ser de diferentes tipos, nomeadamente, fotografias, desenhos, mapas, gráficos e esquemas (DGIDC, 2009).

A importância das imagens nos manuais escolares é salientada por Ametller & Pintó (2002), quando referem que a capacidade de leitura e interpretação das imagens deve ser esperada em todos os cidadãos e que elas podem ser usadas, não como mera ilustração ou elementos acessórios do texto, mas como parte central do documento utilizadas para expressar as ideias principais que são comunicadas

Segundo Leite & Afonso (2001), as ilustrações podem desempenhar papéis diferentes em educação, sendo a motivação um deles, mas a sua eficácia depende, sobretudo, do contexto e do modo como elas são utilizadas. Leite & Afonso (2001) referem ainda que uma má ilustração ou uma má utilização da mesma pode, para além de não cumprir o seu propósito de aprendizagem, reforçar ou induzir concepções alternativas nos alunos. Deste modo, aquelas autoras reconhecem que as ilustrações dos manuais devem ser sujeitas a uma análise crítica, com a detecção e correcção de erros e a identificação de limitações da ilustração.

Em relação ao texto dos manuais, existem alguns estudos, como por exemplo os estudos de Stern & Roseman (2004) e de Silva (1998), que evidenciam características dos textos, existentes nos manuais, capazes de influenciar a construção das concepções dos alunos.

Stern & Roseman (2004) analisaram o tópicos 'ciclo de matéria e fluxo de energia nos ecossistemas' em nove manuais escolares de ciências do ensino básico, em adopção nos Estados Unidos da América.

Stern & Roseman (2004) consideraram que os manuais utilizados não são susceptíveis de contribuir para a consecução de metas e normas relacionadas com a circulação de matéria e o fluxo de energia nos ecossistemas, uma vez que apesar de oito dos nove manuais dedicarem várias páginas para o tema, não enfatizam as ideias-chave, antes apresentando-as dispersas, sem qualquer relação umas com as outras e sem que exista um progressivo aumento de complexidade. Deste modo, torna-se difícil para os alunos focarem-se nas ideias principais e relacioná-las entre si, o que permite que os alunos interpretem fenómenos relacionados como fenómenos independentes.

As representações fornecidas para aumentar a compreensão de conceitos abstractos nem sempre são adequadas, muitas das actividades propostas exigem que os alunos tirem conclusões baseadas em dados insuficientes e muitas das actividades laboratoriais propostas requerem mais capacidades técnicas do que científicas (Stern & Roseman, 2004).

Em relação às ideias prévias dos alunos, apesar de este tópico ser parte integrante do currículo há muito anos e de as concepções alternativas estarem já diagnosticadas, estes manuais não as levam em conta, o que dificulta a sua articulação com o novo conhecimento, ou a sua erradicação, no caso de serem concepções alternativas (Stern & Roseman, 2004).

Silva (1998) analisou o tópicos 'fotossíntese' em sete manuais espanhóis do 1º ano do Bachillerato e em quatro manuais portugueses de biologia e de geologia do 11º ano. No estudo, aquele autor considerou que todos os manuais analisados apresentam falhas. Segundo ele, apesar dos manuais contribuírem, de forma mais ou menos explícita, para a mudança conceptual dos alunos, alguns dos manuais não fazem referência a conhecimentos prévios dos alunos ou apresentam textos que podem induzir ao aparecimento de concepções alternativas.

Silva (1998) refere também que os manuais utilizam, em certas situações, designações diferentes para os mesmos processos, o que nem sempre promove a erradicação de concepções alternativas e pode dificultar a compreensão do assunto em estudo. Para além disso, aquele autor refere que muitos dos manuais analisados não referem determinadas ideias-chave, ou não as explicitam de forma adequada.

Segundo Silva (1998) outro aspecto do manual que influencia as ideias dos alunos é a existência de contradições entre o texto do manual e as imagens que lhe estão associadas.

Em síntese, podemos considerar que o manual escolar sendo um recurso educativo preponderante na formação científica do aluno, através da informação textual e gráfica que ele suporta, das actividades que propõe e das sugestões que faz, também é um elemento que pode propiciar o aparecimento de concepções alternativas no aluno, pelo facto de apresentar erros, informações vagas ou meras opiniões, e que o professor é um mediador importante nesse processo.

Dos estudos de Stern & Roseman (2004) e de Silva (1998) constata-se que os professores desempenham um papel crucial na mediação e que devem apresentar as limitações dos manuais aos alunos e escolher fenómenos capazes tornar as ideias científicas mais plausíveis, ajudando os alunos a construir ideias cientificamente correctas, oferecendo oportunidades variadas para as exercitar.

1.3- Objectivos da investigação

Os OGMs estão cada vez mais presentes no quotidiano da população portuguesa e mundial, seja a nível da produção, da utilização ou do consumo. É notório que os OGMs têm várias vantagens, mas que também levantam dúvidas, pelo menos ao nível do senso comum, em termos da segurança ambiental e de saúde pública. Deste modo, estes organismos continuam a ser um assunto polémico e mediático.

Ao nível do ensino básico, este assunto é abordado nas aulas de Ciências Naturais do 9º ano, sendo parte do conteúdo dos diversos manuais da disciplina. Reconhecendo a importância das concepções dos alunos sobre o tema e a preponderância que o manual escolar tem tido na sala de aula, o estudo que se pretende efectuar tem o seguinte objectivo geral:

- averiguar se existirá alguma relação entre a abordagem proposta pelos manuais escolares de Ciências Naturais para os OGMs e as concepções e opiniões de alunos, do concelho de Penafiel, no final do 3º ciclo, sobre esses organismos.

Este objectivo concretiza-se através dos seguintes objectivos específicos:

- caracterizar o modo como o conteúdo informativo é abordado e caracterizar as actividades propostas nos manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel, relativamente aos OGMs.
- caracterizar as concepções e opiniões dos alunos do concelho de Penafiel, no final do 3º ciclo, relativamente aos OGMs;

Posteriormente será verificada a probabilidade de o conteúdo dos manuais escolares de 9º ano, relativamente aos OGMs, estar relacionado com as concepções e as opiniões dos alunos no final do 3º ciclo e, desse modo, com a formação científica do cidadão comum.

1.4-Importância da investigação

A realização de um estudo desta natureza justifica-se pelo facto de haver necessidade de se fazerem estudos sobre as concepções e as opiniões dos alunos que frequentam estabelecimentos de ensino portugueses, em relação aos OGMs e sobre a realidade portuguesa.

Os OGMs são um assunto abordado no 9º ano do ensino básico e, de acordo com o disposto nos documentos “Orientações curriculares de ciências físicas e naturais” e “Currículo nacional do ensino básico - competências essenciais”, o facto de este ser um assunto polémico, fracturante, actual e com suficiente impacto social, económico e político torna-o relevante, como forma de articulação entre o quotidiano e a sala de aula e como meio de obtenção das competências de final do ensino básico.

Acresce o facto de, segundo a Lei de bases do sistema educativo, ser um dos objectivos do ensino básico o desenvolvimento pleno e harmonioso da personalidade dos indivíduos, incentivando a formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários. A abordagem dos OGMs nas aulas de Ciências Naturais, e a sua referência no manual escolar, pode contribuir para alcançar aqueles objectivos pois pode exigir que os alunos reflectam sobre o tema, expressem e discutam convicções pessoais e se apercebam da diversidade de pontos de vista em sociedade.

Verificar se os alunos são capazes de identificar vantagens, riscos e implicações do uso de OGMs e que opinião têm perante isso, será útil para se analisar o estado em que se encontra a

formação dos alunos e perceber quais foram as principais linhas orientadoras do ensino do tema, bem como os seus aspectos positivos e as suas falhas em relação ao que se pretende com o seu ensino. Deste modo obtém-se suporte para validar ou reformular as estratégias didácticas utilizadas e a abordagem proposta nos manuais, em relação à população-alvo.

Este estudo permite também detectar concepções dos alunos em relação aos OGMs, as quais podem ser obstáculo à aprendizagem do conhecimento cientificamente aceite e podem condicionar fortemente a opinião dos alunos em relação àqueles.

O conhecimento empírico, de senso comum, pode levar os alunos à tomada de decisões sem a fundamentação científica que as mesmas exigiriam e, conhecendo essas concepções, é mais fácil provocar a mudança conceptual.

A análise de conteúdo dos manuais escolares, a nível informativo e de actividades propostas, permite perceber como é que este assunto é abordado neste recurso didáctico-pedagógico, central e vital de todo o processo de ensino e de aprendizagem, e verificar a probabilidade da existência de implicações do manual nas concepções e opiniões dos alunos.

Com o conhecimento das concepções e opiniões dominantes dos alunos de 9º ano em relação aos OGMs, do conteúdo dos manuais escolares e cruzando aqueles aspectos, pode-se adequar melhor opção metodológica a seguir aquando do ensino do tema, com vista à aquisição das competências previstas para o final do ensino básico.

1.5-Limitações da investigação

As principais limitações desta investigação têm a ver com a selecção da amostra.

Atendendo à possível generalização de resultados e para evitar erros de amostragem, foi seleccionada uma amostra apenas com alunos de escolas do concelho de Penafiel.

Outra dificuldade tem a ver com a selecção de turma nas escolas, uma vez que esta foi feita por conveniência.

1.6-Plano geral da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

No primeiro capítulo, fazemos a contextualização e apresentação da investigação efectuada, bem como a importância e as limitações da mesma.

No segundo capítulo, fazemos a revisão de literatura relacionada com o tema em estudo. Este capítulo está dividido em três partes, relativas ao estado da arte sobre OGMs, às concepções e opiniões dos alunos em relação aos OGMs identificadas em estudos de diversos autores e ao papel que os manuais escolares podem ter nas concepções e opiniões dos alunos sobre OGMs.

No terceiro capítulo, descrevemos e justificamos a metodologia utilizada na nossa investigação. Assim, fazemos uma síntese da investigação e apresentamos os dois estudos efectuados, no que diz respeito à população e amostra, técnica e instrumento de recolha de dados, recolha de dados e tratamento de dados.

No quarto capítulo, apresentamos os resultados obtidos nos dois estudos efectuados, procuramos estabelecer as possíveis relações existentes entre eles e discutimos os mesmos com base na literatura revista.

No quinto capítulo, sintetizamos as conclusões da investigação, discutimos as suas implicações e apresentamos sugestões para futuras investigações.

A seguir a este capítulo, apresentamos as referências bibliográficas dos documentos consultados e mencionados e, por fim, anexos relevantes para a compreensão da nossa investigação.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Introdução

Neste segundo capítulo efectuamos a revisão de literatura em relação aos conhecimentos existentes sobre os OGMs (2.2), às concepções e opiniões dos alunos sobre OGMs (2.3) e à importância do manual escolar para a construção das concepções dos alunos (2.4).

2.2- Estado da arte relativo a conhecimentos sobre organismos geneticamente modificados

Neste ponto efectuamos a revisão de literatura em relação à utilização e importância económica dos OGMs (2.2.1), na qual se incluem uma breve referência à tendência, a nível mundial, de utilização dos OGMs e sua importância económica; as potencialidades da utilização dos OGMs (2.2.1.1); os riscos da utilização dos OGMs (2.2.1.2); a regulamentação dos OGMs (2.2.1.3).

2.2.1- Importância económica e potencialidades da utilização dos organismos geneticamente modificados

Nos últimos anos tem-se verificado uma expansão da utilização dos OGMs, quer em termos de quantidade, quer em termos de variedade (James, 2008).

Em relação à produção de OGMs a nível mundial, segundo James (2008), em 1996, havia produção de OGMs em seis países, em 2003 havia 16 países produtores de OGMs e em 2008 atingiu-se o número de 25 países produtores de OGMs. Dos países produtores de OGMs em 2008, os maiores produtores eram quatro países da América (EUA, Argentina, Brasil, Canadá), a China e a Índia. Em África existiam três países (África do Sul, Burkina Faso e Egipto, estes dois últimos com menor produção). A Austrália era o 12º maior produtor de OGMs, com cerca de

200.000 hectares de área cultivada. Na Europa a produção de OGMs ocorria em Espanha, com 100.000 hectares cultivados, na República Checa, Roménia, Portugal, Alemanha, Polónia e Eslováquia, todos com menos de 100.000 hectares cultivados. Estes países europeus eram, a nível mundial, os países com menor área cultivada de OGMs.

Segundo James (2008), a nível mundial, a cultura GM dominante em 2008 era a soja, ocupando 53% de toda a área cultivada com OGMs, depois o milho (30% da área cultivada) e o algodão (12% da área cultivada). O mesmo autor refere que a tolerância aos herbicidas era a principal característica dos OGMs cultivados.

De acordo com James (2008), os OGMs e as suas aplicações tinham, em 2008, um valor de mercado a nível mundial de 7,5 biliões de dólares, o que terá levado a um maior investimento de muitas empresas na área da biotecnologia, nomeadamente na produção de sementes das variedades GM.

Segundo Fernandez-Cornejo & Caswell (2006), a importância atribuída actualmente aos OGMs resulta do avanço da ciência e do reforço dos direitos de propriedade intelectual, pois deste modo, passaram a existir condições para que as empresas de sementes pudessem investir mais no desenvolvimento de variedades GM. Os mesmos autores referem que as empresas mais pequenas, sem capacidade de grandes investimentos científicos e tecnológicos, foram perdendo quota de mercado, de modo que esta indústria passou a ser dominada por empresas de grande dimensão que foram crescendo através de processos de cooperação, fusão e de aquisição. A indústria química associou-se à indústria de sementes de tal modo que, por exemplo, o herbicida glifosato e as sementes de soja com tolerância a este herbicida são produzidas pela mesma empresa (Fernandez-Cornejo & Caswell, 2006).

No futuro, segundo James (2008), pensa-se que haja um aumento da área cultivada com OGMs, do número de países produtores de OGMs e da variedade de culturas GM produzidas. A amplitude daqueles aumentos dependerá do grau de desenvolvimento das culturas GM, como o 'arroz dourado', a batata, a beterraba, bananas, bem como das potencialidades dos novos OGMs (James, 2008).

Os OGMs que têm sido desenvolvidos correspondem a diferentes finalidades, de tal modo que Fernandez-Cornejo & Caswell (2006) fazem referência à existência de três gerações de OGMs: uma primeira geração em que os OGMs apresentam características reforçadas em relação à variedade não-GM, como a sua resistência a insectos ou a tolerância a herbicidas ou a stress ambiental, de que são exemplos variedades GM de milho tolerantes a determinados

herbicidas ou resistente a determinadas pragas; uma segunda geração em que os OGMs têm um maior valor nutricional do que a variedade não-GM, de que é exemplo o 'arroz dourado', uma variedade GM de arroz que tem uma quantidade maior de vitamina A; uma terceira geração em que os OGMs produzem fármacos ou sintetizam novos produtos, de que é exemplo a produção de insulina humana por bactérias transgénicas.

A primeira geração de OGMs, constituída por variedades tolerantes aos herbicidas e a pragas, surgiu porque estes OGMs eram tecnicamente mais fáceis de produzir, uma vez que aquelas características surgiam com a introdução de um único gene, e porque estas variedades traziam um benefício directo para o produtor, mais imediato e com um investimento mais rapidamente amortizável (COTEC, 2006).

Em relação aos herbicidas, é de referir que estes têm sido utilizados regularmente nas práticas agrícolas convencionais. No entanto, a sua utilização tem alguns inconvenientes, nomeadamente o facto de só alguns herbicidas (herbicidas selectivos) poderem ser aplicados após a sementeira e o facto de serem uma das causas de poluição do solo e da água (COTEC, 2006). A utilização de OGMs tolerantes aos herbicidas pode reduzir aqueles inconvenientes, pois estas variedades GM permitem que os herbicidas possam ser utilizados em qualquer momento do cultivo, em aplicações de menor dosagem e que possa ser utilizado um único herbicida, o que leva à libertação de uma menor quantidade de químicos para o ambiente, com a correspondente redução da contaminação de água e solo (COTEC, 2006). Na situação actual, são produzidas variedades GM tolerantes aos herbicidas em várias culturas, como por exemplo o milho, o algodão, a soja, a colza, sendo de referir que em alguns casos, como por exemplo o herbicida glifosato, a empresa que produz o OGM tolerante a um determinado herbicida, produz também o próprio herbicida (COTEC, 2006).

No que diz respeito às variedades GM resistentes a pragas, segundo o disposto em COTEC (2006), existem pragas, como vírus, bactérias, fungos, insectos, nemátodos, que causam prejuízos económicos aos agricultores, os quais nem sempre podem adquirir os pesticidas necessários para o seu controlo devido ao custo destes produtos. Por outro lado, o recurso aos pesticidas acarreta problemas ambientais devido à sua toxicidade, tendo alguns sido proibidos (COTEC, 2006). Assim variedades GM resistentes a insectos, como, por exemplo, as variedades Bt (plantas GM que possuem um gene extraído de *Bacillus thuringiensis*, que codifica toxinas específicas de diferentes tipos de insectos e que não são tóxicas para os vertebrados) constituem uma forma mais limpa, segura e eficaz de combater as pragas, pois reduzem a

utilização daqueles químicos. (Belo *et al.*, 2006; COTEC, 2006; Fernandez-Cornejo & Caswell, 2006).

Em relação à resistência aos vírus, segundo Belo *et al.* (2006), a produção em plantas GM de genes da cápsula dos vírus, como o vírus do mosaico do tabaco faz com que estas plantas sejam mais resistentes a esses vírus. Para além disso, a introdução do gene da cápsula de um vírus pode aumentar a resistência da planta a outros vírus.

Outros agentes patogénicos são as bactérias e os fungos, em relação aos quais, segundo Belo *et al.* (2006), as plantas podem produzir naturalmente proteínas PR (*pathogenesis related*), como mecanismo de defesa. Em plantas GM pode conseguir-se uma sobreexpressão do gene que codifica proteínas daquele tipo, obtendo-se assim plantas com maior resistência a bactérias e fungos patogénicos.

Na primeira geração de OGMs, outra potencialidade da engenharia genética é a de conferir maior resistência a stress ambiental, pois existem variedades GM capazes de resistir a diferentes tipos de stress como o excesso de sal, de metais pesados ou o frio e a seca (COTEC, 2006).

Belo *et al.* (2006) refere que as plantas estão sujeitas a diversos factores ambientais e que o conhecimento da genética das respostas fisiológicas das plantas a tais condições tem permitido desenvolver estratégias de transferência de genes, que podem conferir tolerância a factores ambientais, como a luz intensa, o frio, a seca, a salinidade, em plantas de interesse económico.

Deste modo, tal como referem Borém *et al.* (2003) e James (2008), podem ser cultivadas variedades GM em terrenos menos férteis.

Outra vantagem da primeira geração de OGMs é o retardamento na maturação dos frutos. Como exemplo, temos a variedade de tomate “Flavr Savr”, na qual foi introduzido um gene que provoca uma redução na produção da enzima que degrada a celulose e, desta forma, a parede celular das células deste fruto não se degrada tão rapidamente como no tomate não-GM, permanecendo o fruto firme durante mais tempo (Borém *et al.*, 2003).

Outra estratégia para controlar o amadurecimento dos frutos é controlar a produção de etileno, a hormona responsável pelo amadurecimento (Belo *et al.*, 2006). Segundo COTEC (2006), existem melões GM em relação aos quais é inibido um gene participante na produção de etileno pela planta. Deste modo, há um controlo externo do amadurecimento do fruto, uma vez

que basta expô-lo a uma atmosfera de etileno, no momento em que se deseja o amadurecimento, para que tal aconteça (COTEC, 2006).

As vantagens destas variedades GM, residem no facto de se poderem colher os frutos no momento adequado da sua maturação e com melhores propriedades organolépticas, isto é, características dos produtos que podem ser detectadas pelos sentidos humanos (Belo *et al.*, 2006).

Em relação à segunda geração de OGMs (OGMs com maior valor nutricional do que a variedade não-GM), Anderson (2004) refere que enquanto a primeira geração de OGMs trouxe benefício directo para os produtores, através do aumento do rendimento e da redução dos custos de produção, a segunda geração de OGMs traz vantagens para o consumidor, nomeadamente através da melhoria nutricional, de que é exemplo o 'arroz dourado'.

Segundo Anderson *et al.* (2004), Belo *et al.* (2006) e COTEC (2006), o 'arroz dourado' tem genes que codificam enzimas que participam na biossíntese dos carotenóides e, deste modo, este arroz apresenta uma maior quantidade de β -caroteno, um precursor da vitamina A, do que o arroz não GM. Este exemplo é particularmente interessante, uma vez que o arroz é a base alimentar de muitas populações de países pobres ou em vias de desenvolvimento e o arroz convencional não tem quantidades suficientes de vitamina A nem do seu precursor, o que tem provocado cegueira e mortes naquelas populações, por falta daquela vitamina (Anderson *et al.*, 2004; COTEC, 2006).

A este propósito é de referir que, em 2004, se estimava que 500.000 crianças/ano ficavam cegas devido à falta de vitamina A, e que isso poderia ser evitado se houvesse uma dieta adequada em relação àquela vitamina (Anderson *et al.*, 2004). Este facto evidencia que as variedades GM podem ser muito promissoras para os países dispostos a adoptá-los, quer em termos de rendimento, quer em termos de combate à pobreza e à melhoria do estado de saúde da população (Anderson *et al.*, 2004).

As leguminosas são um outro exemplo que evidencia vantagens das variedades GM em relação às não GM. Segundo Belo *et al.* (2006), as leguminosas são uma fonte de proteínas na dieta humana, sobretudo em países com uma dieta predominantemente vegetariana, mas apresentam níveis baixos dos aminoácidos metionina e cisteína. Aquelas leguminosas são também utilizadas no alimento do gado, onde a deficiência em aminoácidos pode provocar perda de produtividade. Uma vez que os animais podem converter a metionina em cisteína,

leguminosas GM com maiores teores de metionina podem ser importantes para a existência de uma dieta equilibrada em regimes vegetarianos (Belo *et al.*, 2006).

Em relação à vitamina E, há indícios de que um regime alimentar rico naquela vitamina, sobretudo em α -tocoferol, promove a diminuição dos riscos de aparecimento de doenças cardiovasculares e de cancro, bem como o reforço do sistema imunitário e o atraso do aparecimento de doenças degenerativas associadas à idade (Belo *et al.*, 2006). Deste modo, a utilização do gene que codifica o α -tocoferol na produção de variedades GM pode ser promissora (Belo *et al.*, 2006).

Em relação aos óleos vegetais, Belo *et al.* (2006) e COTEC (2006) referem que a produção de óleos vegetais com baixo teor de ácidos gordos saturados, obtidos a partir de variedades GM de soja, girassol ou colza, pode ser benéfica para a saúde, uma vez que estes ácidos gordos podem estar na origem de doenças cardiovasculares.

Também a produção de leite tem sido alvo de intervenção, com a existência de leite com proteínas de maior valor alimentar, ou com baixo teor de fenilalanina, o que é importante para os fenilcetonúricos (COTEC, 2006), os quais têm falta da enzima que intervém no metabolismo do aminoácido fenilalanina.

Nos alimentos, a melhoria das suas propriedades organolépticas, como a cor, o sabor, a textura ou o aroma é conseguida, muitas vezes, à custa de aditivos alimentares (COTEC, 2006). Segundo o mesmo documento, a utilização de OGMs com aquelas propriedades organolépticas significa uma redução da utilização daqueles aditivos e, para além disso, pode oferecer variedades que, para além das boas propriedades organolépticas, podem ter melhores propriedades nutricionais.

Ainda em relação à segunda geração de OGMs, refere-se que alguns dos processos de fabrico de alimentos clássicos, como o pão, o iogurte, a cerveja implicam a actuação de microrganismos tais como as leveduras, de que é exemplo a *Saccharomyces cerevisiae* e também bactérias lácticas. A alteração genética destes microrganismos pode provocar alterações naqueles produtos, quer em termos de fabrico, quer em termos das características finais do alimento (COTEC, 2006).

Em relação aos OGMs de terceira geração (OGMs que produzem fármacos ou sintetizam novos produtos), Borém *et al.* (2003) referem que a engenharia genética pode produzir variedades que funcionem como biorreactores ou fábricas vivas de produção de produtos químicos e farmacêuticos, de plástico, de combustível ou de outros produtos.

A utilização da glândula mamária como biorreactor tem sido um caso de sucesso, por exemplo na produção do factor VIII de coagulação. Obtendo leite com aquele factor de coagulação obtém-se o produto de uma forma mais barata do que do modo convencional e sem o risco de contaminação associada, como por exemplo pelo vírus de imunodeficiência humana (COTEC, 2006).

Segundo Moradas-Ferreira (2006), os microrganismos, particularmente a *Escherichia coli* e a *Saccharomyces cerevisiae*, podem contribuir para a produção de proteínas com aplicação na medicina, na agricultura, na obtenção de novos produtos alimentares. Por exemplo a produção de uma hormona idêntica à hormona humana do crescimento ou do interferão alfa-2a em *Escherichia coli* GM e de insulina e do antigénio AgHBs (presente na vacina da hepatite B) em *Saccharomyces cerevisiae* GM

Os OGMs também podem ser vantajosos na produção de vacinas. Belo *et al.* (2006) referem que as vacinas mais seguras são aquelas que contêm macromoléculas (antigénios) capazes de desencadear a resposta imunitária contra um agente patogénico, mas têm o inconveniente de serem caras, não serem estáveis ao calor e, por isso, estarem pouco disponíveis para os países pobres. Deste modo, Belo *et al.* (2006) consideram que a produção daquelas vacinas em plantas GM é promissora, pois reduz os custos de produção, aumenta a sua estabilidade ao calor e há possibilidade de administração oral.

Segundo Belo *et al.* (2006), para além de antigénios, também têm vindo a ser produzidos anticorpos em plantas GM, de que é exemplo a produção de um anticorpo contra o estreptococo *Streptomyces mutans*, causador da cárie, e de anticorpos contra proteínas da própria planta, como uma estratégia para anular a função de proteínas específicas.

Os OGMs têm também vantagens na produção de plástico. Belo *et al.* (2006) referem que o plástico convencional tem múltiplas aplicações mas tem os inconvenientes de não ser facilmente biodegradável e de ser produzido a partir de um recurso natural não renovável – o petróleo.

Segundo Borém *et al.* (2003) e Belo *et al.* (2006) é possível a produção de plástico biodegradável a partir de uma fonte renovável com o recurso à transferência de um gene da bactéria *Alcaligenes eutropus*, que codifica o polímero poli-hidroxiburato-co-hidroxivalerato P(HB-HV), para plantas.

Outra aplicação da engenharia genética é no campo da biorremediação. De acordo com Belo *et al.* (2006) a libertação de metais pesados no ambiente tem efeitos prejudiciais no

ambiente e na saúde e o custo da remediação dos solos é muito elevado. Existem plantas capazes de acumular aqueles materiais, com o senão de serem plantas de crescimento lento, baixa biomassa e grande selectividade em relação ao elemento que acumulam (Belo *et al.*, 2006). Conseguindo-se a transferência dos genes que tornam possível a acumulação de metais pesados, para plantas de crescimento mais rápido e maior biomassa, pode-se incrementar a remediação dos solos, reduzindo-se os custos (Belo *et al.*, 2006), o que, segundo Lonhort (2003), é bastante positivo.

A engenharia genética também pode ser aplicada na indústria das plantas ornamentais e mais especificamente das flores, através da obtenção de novas variedades de flores, especialmente no que diz respeito à pigmentação e variedades de pigmentação (Belo *et al.*, 2006).

As antocianinas são os principais pigmentos responsáveis pelas cores e a transferência de genes que as codificam pode ter resultados interessantes, como a petúnia cor de laranja, a primeira flor GM. A obtenção da cor azul é um grande objectivo pois prevê-se um grande impacto económico desta cor, tendo-se já obtido a cor malva em cravos (Belo *et al.*, 2006).

Em síntese, pode-se referir que os OGMs têm bastantes potencialidades e podem responder a muitas das necessidades das populações. As três gerações de OGMs, em que estes organismos podem ter as suas características reforçadas, maior valor nutricional ou sintetizar novos produtos, bem como as múltiplas aplicações dos OGMs em vários domínios, nomeadamente, ambiental, alimentar, de saúde pública, económico, podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida das populações, bem como para o avanço científico e tecnológico.

2.2.2- Riscos da utilização de organismos geneticamente modificados

Segundo Lönnroth (2003), para além das potencialidades da utilização dos OGMs, o recurso a estes organismos acarreta riscos potenciais, havendo necessidade de uma correcta gestão e avaliação do risco.

A concepção e a gestão do risco são complexas e incorporam considerações como a incerteza, a equidade, o risco para as gerações futuras, as probabilidades de dano e a mortalidade (Lönnroth, 2003). Para além disso, são também uma demonstração de poder, uma

vez que todos os OGMs devem ser sujeitos a um exame de pré-mercado, devem ser aprovados para comercialização e devem ser monitorizados, rastreados e fiscalizados, ao nível da produção e da comercialização (Lönroth, 2003).

Segundo Wynne (2001), a clarificação do que é o risco objectivo (risco que pode ser medido estatisticamente) e do que é o risco subjectivo (incerteza de um acontecimento, consoante ele é analisado por um indivíduo) é importante para o debate e a aceitação dos OGMs, uma vez que é uma temática de grande envolvimento emocional e pessoal.

Para além disso, a análise da relação risco/benefício de cada OGM deve ser aplicada a três contextos: ambiental, saúde e económico (COTEC, 2006), devendo-se comparar o impacto produzido pelos OGMs, com o impacto produzido pela situação convencional (Sehnal & Drobník, 2009).

Em termos ambientais, o risco aplicado aos OGMs tem a ver, sobretudo, com as plantas GM, uma vez que os animais GM e os microrganismos são mais facilmente controlados (COTEC, 2006). Segundo COTEC (2006) e Varzakas *et al.* (2007), os riscos ambientais dos OGMs são a possibilidade de transferência de genes das variedades GM para outras plantas silvestres, a diminuição da biodiversidade e, no caso das variedades resistentes a insectos, o facto de os insectos poderem adquirir resistência à toxina e de insectos benignos poderem ser também afectados.

Em relação à transferência de genes entre variedades GM e não GM, esta é possível desde que haja compatibilidade sexual, contudo o principal factor condicionante dessa transferência não é a existência de plantas transgénicas mas a própria biologia vegetal, uma vez que este risco é maior numa planta (colza, por exemplo) do que noutras (milho, por exemplo) (COTEC, 2006).

No que diz respeito à redução da biodiversidade, este é um fenómeno que tem vindo a acontecer desde que se desenvolveu a agricultura, tendo sido orientado pelos interesses dos produtores e pelos gostos e preferências dos consumidores (COTEC, 2006; Sehnal & Drobník (2009).

Relativamente ao impacto dos OGMs sobre os insectos benignos, a alternativa é ter prejuízos nas explorações agrícolas ou utilizar pesticidas de grande impacto sobre os ecossistemas (COTEC, 2006; Sehnal & Drobník (2009).

Em termos de saúde, segundo Varzakas *et al.* (2007), teme-se que a utilização de OGMs possa induzir a resistência aos antibióticos em agentes patogénicos, com a consequente redução

na eficácia de certas terapêuticas. A este propósito, Sehnal & Drobnič (2009) referem que a população europeia tem dificuldade em aceitar a possível resistência aos antibióticos provocada pelos OGMs, mas, embora de modo que é de estranhar, ignora a quantidade de bactérias e de antibióticos presente nos produtos resultantes da agricultura convencional.

Ainda em relação aos possíveis riscos para a saúde, Varzakas *et al.* (2007) referem que é possível que os alimentos transgénicos possam funcionar como substâncias alergénicas e assim originar novas alergias. Num outro plano, os mesmos autores referem que a tecnologia de engenharia genética utilizada para produzir vírus pode facilitar a criação de vírus novos, mais virulentos, ou de distribuição mais ampla o que pode ser prejudicial para a saúde individual e comunitária.

No entanto, investigações feitas acerca dos possíveis perigos na utilização de OGMs têm revelado que apesar dos possíveis impactos negativos anteriormente listados, não tem havido graves impactos ambientais ou de saúde associados à utilização da engenharia genética em culturas agrícolas nos Estados Unidos (Varzakas *et al.*, 2007).

Em relação ao impacto económico dos OGMs, o monopólio de grandes empresas de biotecnologia permite-lhes ter um grande controlo do mercado e, desse modo, desenvolver variedades GM direccionadas aos interesses dos mercados ricos, negligenciando os mais pobres, sem interesse comercial (Zarilli, 2005). Varzakas *et al.* (2007) acrescentam que aquele monopólio pode contribuir para a diminuição da gama de variedades usadas pelos agricultores e, desse modo, para a diminuição da biodiversidade.

No entanto, segundo Fuck & Bonacelli (2009), a propósito do cultivo de OGMs na Argentina e no Brasil, a intervenção das empresas privadas está, muitas vezes, articulada e regulada pela investigação que se faz em instituições do sector público, e o seu monopólio é afectado por um mercado paralelo de sementes GM, pelo que o seu domínio não é total.

Perante os possíveis perigos da utilização dos OGMs, Zarilli (2005) e Varzakas *et al.* (2007) reconhecem que a biotecnologia comporta alguns riscos, incertezas e receios, e que, apesar de não se terem comprovado aqueles receios, muitos pensam que as consequências negativas do uso de OGMs poderão aparecer a longo prazo, nomeadamente o desenvolvimento de alergias e a contaminação de variedades não GM, a redução da biodiversidade, a excessiva dependência de poucas variedades de culturas.

Segundo o disposto em COTEC (2006), todos os OGMs aprovados pelas entidades competentes têm equivalência sustentável, isto é, têm as mesmas características e propriedades

do seu correspondente não GM, excepto em relação à característica introduzida por engenharia genética, e são tão seguros quanto ele. No mesmo documento acrescenta-se que nunca se estudaram tão intensamente alimentos como os OGMs e que a própria organização mundial de saúde (OMS) formulou um manifesto público em que afirmava que os OGMs em comercialização não apresentavam risco maior do que a sua correspondente não-GM.

A este propósito, é de referir que existem outros processos de obtenção de novas variedades que não têm sido tão escrutinados como os OGMs, nomeadamente a hibridização e a mutação. Sehnal & Drobnik (2009) referem que, sobretudo na Europa, por vezes se considera que os OGMs são o único modo de selecção genética que comporta riscos, dando-se pouca importância aos riscos associados à hibridização e à mutação provocada por radiação ou por agentes químicos. Deste modo, segundo aqueles autores, enquanto que a variedade de tomate 'Flavr-Savr' (OGM) é tratada como um risco, a mistura de genomas em processos de hibridização é considerada segura e não é valorizado o facto de as variedades mutantes, apesar de estarem excluídas dos OGMs pela regulamentação europeia, apresentarem novas moléculas que podem desencadear uma resposta alérgica pelo organismo.

Em síntese, podemos referir que uma das dificuldades dos OGMs tem a ver com a confiança das populações, sobretudo as europeias, em relação a estes organismos, uma vez que o risco subjectivo se pode sobrepor ao risco objectivo.

A utilização dos OGMs tem sido associada a riscos ambientais, como a redução da biodiversidade ou a contaminação de variedades não-GM, e de saúde, como o aparecimento de alergias e a resistência a antibióticos, os quais devem ser permanentemente avaliados caso a caso, não tendo havido até à data casos graves decorrentes da produção, comercialização ou consumo de OGMs

Em termos económicos, o monopólio do mercado de OGMs por um número reduzido de multinacionais de biotecnologia, pode condicionar o tipo de OGMs a desenvolver.

2.2.3 - Regulação dos organismos geneticamente modificados

Em termos económicos, mas também estratégicos e políticos, no âmbito da organização mundial do comércio (OMC), os países membros são obrigados a permitir as importações de

produtos desde que não representem um risco para os seres humanos, animais, ou plantas. Com essa garantia, fazem-se pressões, lobby e defendem-se interesses, por vezes duvidosos, ao nível da indústria de biotecnologia e agro-alimentar, mas também ao nível da regulamentação para o cultivo e comercialização de OGMs e em que certas posições tomadas unilateralmente podem ser foco de tensão entre países (Skogstad, 2003; Varzakas *et al.*, 2007).

Segundo Zarilli (2005), a OMC rege-se por documentos desenvolvidos num tempo em que não se discutia biotecnologia, pelo que não tem documentos específicos que regulem o comércio de OGMs. Deste modo, surgem conflitos entre o que se discute e aprova na OMC e o que se encontra estabelecido no protocolo de biossegurança ou protocolo de Cartagena, relativo à libertação de organismos vivos no ambiente, com artigos específicos sobre os OGMs. Este protocolo entrou em vigor em 2003 e foi ratificado por 111 países.

Para além daquele conflito, diferentes países têm diferentes regulamentações internas relativamente à regulamentação de OGMs, as quais podem criar um confronto dentro da OMC (Lönnroth, 2003).

Neste domínio verifica-se o confronto entre os países com maior produção de OGMs, como os Estados Unidos e o Canadá, sobre aqueles que têm menor produção, como os países da União Europeia, em que aqueles tentam exportar e vender os seus OGMs, enquanto que estes tentam impor restrições a isso. (Varzakas *et al.*, 2007)

Um exemplo disso foi a condenação da UE pela OMC no contencioso apresentado pelos EUA, Canadá e Argentina contra a proibição de comercializar OGMs no espaço comunitário por razões de segurança alimentar (COTEC, 2006). Segundo Anderson *et al.* (2004¹), aquele contencioso surgiu pelo facto de alguns países pobres de África não terem aceitado produzir OGMs, nem terem aceitado ajuda alimentar na forma de sementes de OGMs, alegadamente devido ao receio que isso afectasse as suas trocas comerciais com a UE.

Neste aspecto é de referir que a legislação existente na UE em relação aos OGMs é mais restritiva do que a existente noutros países, particularmente nos EUA.

Segundo Annerberg (2003), na UE, a primeira regulamentação relativa à libertação de OGMs no ambiente foi a Directiva 90/220/CEE, a qual foi substituída em Abril de 2001 pela Directiva 2001/18/CE, com o intuito de restaurar a confiança do público e do mercado. Apesar de seguir a estrutura da Directiva 90/220/CEE, nomeadamente a obrigatoriedade de que nenhum OGM pode ser libertado deliberadamente na natureza sem uma avaliação prévia dos potenciais riscos para a saúde ou o ambiente, e sem a explícita autorização das autoridades

competentes, a nova Directiva refere que na avaliação dos OGMs com genes resistentes a antibióticos deve ser tido em conta o seu possível efeito na saúde ou no ambiente; que devem ser considerados os efeitos cumulativos a longo prazo; que um ou mais registos de campo com OGMs devem ser disponibilizados ao público em geral; que a localização dos OGMs terá que ser comunicada às autoridades competentes e ao público em geral; que a rastreabilidade e a rotulagem tem de ser assegurada em todas as fases de comercialização.

A Directiva 2001/18/CE inclui ainda como requisitos obrigatórios para a aprovação da libertação do OGM, a monitorização após a comercialização desse OGM, a consulta obrigatória ao público e a comités científico e de ética (Annerberg, 2003).

Para além daquela Directiva, na UE existe ainda o regulamento 1829/2003, sobre alimentos GM, e o regulamento 1830/2003 sobre a obrigatoriedade de rastreio e de rotulagem de cada OGM e dos alimentos produzidos a partir deles (COTEC, 2006).

Em Portugal, a legislação aplicada aos OGMs resulta da transposição da regulamentação europeia, pelo que é idêntica a esta. No entanto, é de referir, que existem países pertencentes à UE, de que são exemplos a Alemanha e a França, que activaram uma cláusula de salvaguarda que garante a não produção de OGMs no seu território, com base em argumentos ambientais ou de saúde.

Esta quantidade de regulamentação, deve-se mais à pressão política e sobretudo à pressão de grupos ambientalistas e de multinacionais do sector agro-alimentar (que se faz sentir em sentidos opostos) do que ao racionalismo e à defesa do consumidor e promove o monopólio das grandes empresas de biotecnologia pois as avaliações sanitárias e médico-ambientais são caras, complexas, e só estão ao alcance de grandes empresas (COTEC, 2006).

Fora da UE a situação é menos complexa. Nos EUA, a Food and Drug Administration (FDA) em 1992 declarava que não havia necessidade de haver legislação específica para os OGMs, pois a legislação que existia para assegurar a segurança dos produtos obtidos através de técnicas genéticas convencionais era suficiente. Actualmente a FDA requer a avaliação prévia das modificações genéticas dos alimentos, mas a rotulagem é opcional (COTEC, 2006).

Noutros países, como o Canadá, Austrália e Japão, a legislação é idêntica à dos EUA (COTEC, 2006).

Segundo Lönnroth (2003) e Annerberg (2003), a legislação sobre os OGMs é importante pois deve garantir um nível elevado de protecção da saúde e do ambiente e permitir que a sociedade possa beneficiar das potencialidades dos OGMs. No entanto, a existência de uma

legislação mais restritiva pode não ser suficiente para restaurar a confiança do público em termos de compra e de consumo de OGMs, havendo que actuar a outros níveis como a credibilidade das instituições e o envolvimento dos cidadãos no debate sobre estes assuntos

Zarilli (2005) refere que é muito difícil articular os interesses comerciais de país e a sua responsabilidade na melhoria da quantidade e da qualidade da produção agrícola e o seu compromisso ambiental, uma vez que se os países têm legitimidade para estabelecer a sua própria legislação e assegurar a sua biossegurança, devem, também, ter a noção de que isso afecta o comércio com outros países.

Fernandez-Cornejo & Caswell (2006) considera que para além do comércio, a legislação doméstica sobre OGMs condiciona a agricultura mundial, as relações internacionais, a confiança dos cidadãos, a biodiversidade e o desenvolvimento de novos OGMs. Um exemplo disso é o disposto em COTEC (2006), que refere que na década de oitenta a Europa era líder na investigação em biotecnologia agro-alimentar e hoje a liderança encontra-se em países como os EUA, a Austrália e a China. A Europa está a perder este campo de inovação e competitividade, com a deslocalização das grandes empresas de biotecnologia para outros países (Sehna & Drobniak, 2009), deixando-se prender na sua própria legislação e num debate cada vez menos técnico e mais ideológico (COTEC, 2006).

Em síntese, é de referir que, em relação aos OGMs, os interesses de cada país nem sempre estão em concordância com os acordos internacionais, sobretudo ao nível da OMC, gerando-se conflitos entre eles. A articulação entre uma legislação eficaz que garanta a segurança dos OGMs, as relações internacionais e os interesses económicos de cada país é algo difícil de fazer e que está permanentemente a ser posta em causa.

2.3- Concepções e opiniões dos alunos sobre organismos geneticamente modificados

Neste ponto efectuamos a revisão de literatura em relação às concepções dos alunos sobre OGMs (2.3.1) e opiniões dos alunos perante os OGMs (2.3.2), apresentando estudos feitos com alunos de vários países.

2.3.1- Concepções dos alunos sobre organismos geneticamente modificados

O primeiro estudo que apresentamos é o de Chern & Rickertsen (2001), no qual aqueles investigadores fizeram uma análise comparativa sobre as opiniões e o conhecimento dos alunos em relação aos OGMs, de alunos universitários de uma universidade de cada um dos seguintes países: Japão (n=103), Noruega (n=126), Taiwan (n=213) e Estados Unidos (n=175). Os dados foram recolhidos através da aplicação de um questionário igual para todos os alunos, com algumas questões de verdadeiro ou falso e outras com escala tipo Likert.

Perante os resultados obtidos, Chern & Rickertsen (2001) concluíram que há desigualdade no grau de informação em relação aos OGMs, entre os alunos dos diferentes países envolvidos, sendo que os alunos dos Estados Unidos são aqueles que se dizem menos informados em relação aos OGMs, e que a maioria dos alunos japoneses, quando foram sujeitos a uma questão específica sobre um OGM, demonstrou não saber a resposta.

Quanto ao grau de informação que os alunos consideram ter em relação aos OGMs, Chern & Rickertsen (2001) verificaram que, 24% dos alunos dos Estados Unidos, 11% dos alunos da Noruega, 3% dos alunos de Japão e 4% dos alunos de Taiwan se consideram não informados sobre aqueles organismos.

Em relação à questão *a soja não-GM tem genes e a soja GM não*, Chern & Rickertsen (2001) verificaram que 85% dos alunos da Noruega, 85% dos alunos de Taiwan, 63% dos alunos dos Estados Unidos responderam *falso*, enquanto que 94% dos alunos do Japão responderam *não sei*.

Outro estudo no qual se pretendeu identificar concepções dos alunos em relação aos OGMs foi o de Dawson (2007). Esse estudo envolveu 465 alunos australianos com idades compreendidas entre os 12 e os 17 anos, tendo os dados sido recolhidos por questionário. Este estudo mostrou que a maioria dos alunos tem pouca ou nenhuma compreensão científica dos conceitos de biotecnologia, de engenharia genética e de OGM, uma vez que muitos alunos não foram capazes de reconhecer as actuais utilizações da biotecnologia e também não foram capazes de distinguir os alimentos geneticamente modificados dos alimentos produzidos através da reprodução selectiva.

No estudo de Dawson (2007), verificou-se ainda que a capacidade dos alunos para fornecerem uma definição cientificamente aceite e exemplos de biotecnologia e de alimentos geneticamente modificados é relativamente baixa entre os alunos com 12-13 anos, aumentando

nos alunos com 14 ou mais anos. Estes resultados são provavelmente devidos ao facto de os alunos com 12-13 anos não terem tido ensino formal sobre a genética e a biotecnologia, já que nenhum destes alunos mencionou a escola como principal fonte de informação sobre aquele assunto. Os alunos com 14 ou mais anos afirmaram que a escola é a sua principal fonte de informação sobre o assunto. No entanto, poucos alunos foram capazes de definir biotecnologia e ainda menos alunos foram capazes de referir correctamente o nome de um alimento transgénico.

Num outro estudo, Prokop *et al.* (2007) inquiriram 378 alunos de três universidades da Eslováquia. As idades dos alunos estavam compreendidas entre os 18 e os 25 anos, sendo a maioria do sexo feminino. Os alunos em causa frequentavam vários cursos universitários de formação de professores e a recolha de dados foi feita através de questionário em que se recorria a uma escala tipo Likert em todas as questões. Os resultados revelam que os alunos de uma forma geral associavam a biotecnologia a alterações da molécula de ADN, dando origem a aumento de produtividade, a variedades maiores e à resistência contra doenças. No mesmo estudo verifica-se que cerca de um terço dos alunos consideraram que os OGMs contêm substâncias químicas perigosas, ou não reconheceram que a manipulação genética pode originar aumento do valor nutricional dos alimentos ou melhoria do seu sabor. Para além disso, constata-se que cerca de dois terços dos alunos consideraram que os OGMs podem destruir os genes humanos. Os alunos demonstraram ainda desconhecer moléculas produzidas a partir da manipulação genética; os alunos do sexo masculino obtiveram melhores resultados do que as alunas; os alunos dos cursos relacionados com Biologia obtiveram melhores resultados do que os demais.

Perante os resultados obtidos, Prokop *et al.* (2007) concluíram que os alunos inquiridos têm pouco conhecimento sobre biotecnologia, ao nível do controlo da manipulação genética e dos processos/substâncias envolvidas na engenharia genética.

Usak *et al.* (2009) fizeram um outro estudo sobre o conhecimento e as opiniões dos alunos em relação à biotecnologia, no qual inquiriram 358 alunos (228 rapazes e 124 raparigas com idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos) de duas escolas secundárias públicas da Turquia e 276 alunos universitários do mesmo país (161 rapazes e 115 raparigas, com idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos). As concepções dos alunos foram recolhidas por questionário, tendo-se verificado que os alunos de ambos os grupos têm uma percentagem semelhante de respostas correctas. Em relação às respostas incorrectas, a percentagem é maior

nos alunos do ensino secundário e em relação às respostas do tipo *não sei*, a percentagem é maior nos alunos universitários. Em ambos os grupos, os alunos demonstraram ter conhecimentos mais consistentes em relação às aplicações da biotecnologia, nomeadamente nos domínios da saúde/medicina, do que em relação aos princípios básicos da biotecnologia. Usak *et al.* (2009) apontam a falta de espaço no currículo de biologia para o ensino da genética como razão para o desconhecimento em relação à biotecnologia.

No estudo de Usak *et al.* (2009) verifica-se ainda a existência de ideias alternativas, sobretudo em alunos do ensino secundário, tais como: os OGMs contêm substâncias químicas perigosas; a utilização dos OGMs pode provocar a destruição de genes humanos.

Num outro estudo, Mohapatra *et al.* (2010) inquiriram professores e alunos de biologia do ensino secundário, da Índia, acerca das suas concepções e opiniões em relação aos alimentos GM, tendo-se verificado o reconhecimento de diversas implicações dos OGMs por parte dos alunos.

No estudo de Mohapatra *et al.* (2010), e no que diz respeito às concepções dos alunos sobre OGMs, 83,9% demonstraram conhecer o processo de introdução de um gene estranho ou de alteração do património genético de um indivíduo; 58,3% consideraram que o sabor dos alimentos pode ser melhorado com o recurso aos OGMs; 66,1% referiram que os OGMs podem ser utilizados para melhores alimentos; 83,9% afirmaram que os OGMs são vantajosos para os agricultores; 72,9% consideraram que os OGMs podem atenuar o problema da fome. No entanto, para além de considerarem estas potencialidades, os alunos também reconhecem riscos na utilização dos OGMs, nomeadamente: 55,2% acham que a introdução de plantas GM envolve risco para o ambiente; 45,8% acham que os alimentos GM podem ser fatais para o Homem e 46,9% dos alunos consideram o risco do controlo dos OGMs pelas multinacionais produtoras de sementes.

Em relação aos alunos do Brasil, Corazza-Nunes *et al.* (2007), Pedrancini *et al.* (2007) e Pedrancini *et al.* (2008) desenvolveram estudos sobre o conhecimento e as opiniões desses alunos em relação aos transgénicos.

Corazza-Nunes *et al.* (2007) efectuaram um estudo com três grupos de alunos: 100 alunos do terceiro ano do ensino médio do Brasil, com idades entre os 16 e os 23 anos; 75 alunos universitários do primeiro ano do curso de Ciências Biológicas e 53 alunos do primeiro ano do curso de Agronomia; 44 alunos universitários do último ano do curso de Ciências

Biológicas e 15 alunos do último ano do curso de Agronomia. Os dados foram recolhidos através da aplicação de um questionário.

No que diz respeito ao conceito de transgénico, Corazza-Nunes *et al.* (2007) verificaram que 78% dos alunos do ensino médio utilizam conceitos genericamente divulgados pela comunicação social, o mesmo acontecendo com 68,6% dos alunos do primeiro ano da universidade; em relação aos alunos do último ano da universidade, 46,5% demonstram ter um conhecimento vago em relação ao conceito e 42,6% demonstram compreender o conceito de OGM. A propósito do conceito de transgénico, os mesmos autores referem que uma concepção alternativa é considerar os transgénicos como sinónimo de OGMs, uma vez que apenas 7% dos alunos do ensino médio, 27,1% dos alunos do primeiro ano da universidade e 47,1% dos alunos de do último ano da universidade consideram haver diferenças entre os conceitos. Quanto às variedades de OGMs conhecidas pelos alunos, aqueles autores verificaram que a soja é o exemplo de OGM mais referido, aparecendo em 93% das respostas dos alunos do ensino médio, 91% dos alunos do primeiro ano da universidade e 81,2% dos alunos do último ano da universidade, seguido do milho (apenas dois alunos do último ano da universidade fizeram referência à aplicação de biotecnologia em microrganismos). Em relação ao consumo de OGMs pelos alunos, Corazza-Nunes *et al.* (2007) verificaram que 44% dos alunos do ensino médio, 31,5% do primeiro ano da universidade e 22,5% do último ano da universidade revelam não saber se já tinham consumido algum OGM.

No estudo de Pedrancini *et al.* (2007), os autores realizaram entrevistas individuais a 19 alunos do 3º ano do ensino médio de escolas estaduais e particulares de dois municípios da região Noroeste do Paraná, tendo verificado que aqueles alunos apresentavam, muitas vezes, ideias vagas ou alternativas em relação ao conceito de OGM, nomeadamente a ideia de que os OGMs e transgénicos são sinónimos. Tal como no estudo de Corazza-Nunes *et al.* (2007), Pedrancini *et al.* (2007) identificaram a influência da comunicação social nas respostas dadas pelos alunos, o que atesta a influência desta quando o ensino formal do tema nas aulas de ciências é baixo.

Pedrancini *et al.* (2008) fizeram um outro estudo com 100 alunos do terceiro ano do ensino médio de três escolas estaduais da região Noroeste do Paraná. Os alunos tinham idades compreendidas entre os 16 e os 23 anos e os dados foram recolhidos através de um questionário igual ao do estudo feito por Corazza-Nunes *et al.* (2007). Os resultados obtidos por Pedrancini *et al.* (2008) são semelhantes aos obtidos nos dois estudos anteriores, em termos de

conceito de transgénico e da confusão entre os conceitos de OGM e de transgénico. Assim, em relação ao conhecimento de variedades GM, no estudo de Pedrancini *et al.* (2008) os alunos referiram aquelas que são mais frequentemente veiculadas pela comunicação social e, portanto, mais produzidos comercialmente, como o milho. Entre os animais apenas foi referido o frango. Nenhum aluno fez referência à utilização da biotecnologia em microrganismos. Em relação ao quotidiano, os alunos referiram a existência de OGMs nos cereais matinais, em bebidas, refrigerantes, massa e bolachas e quando questionados se tinham consumido OGMs, 44% revelaram não saber, 34% que sim, indicando os derivados de milho, batata, soja e os produtos atrás citados. 20% dos alunos responderam que não consumiam OGMs. Pedrancini *et al.* (2008) salientam o facto de os alunos referirem que o rótulo não permite saber se o produto tem, ou não, OGMs.

Perante os resultados obtidos, Pedrancini *et al.* (2008) concluíram que os alunos inquiridos ainda não possuem, em relação aos OGMs, uma compreensão que ultrapasse as discussões do senso comum. Tal como no trabalho de Corazza-Nunes *et al.* (2007), apesar de os alunos do ensino médio utilizarem conceitos divulgados pela comunicação social ou utilizados nas aulas, a maioria não os consegue explicar de uma forma cientificamente correcta.

Em relação às concepções e opiniões de alunos portugueses em relação aos OGMs, apresentamos os estudos de Santos (2006) e de Firmino (2007).

O estudo de Santos (2006) envolveu 114 alunos pertencentes a cinco turmas do 10º ano, dos quais 47% eram rapazes e 53% raparigas, tendo 93% dos alunos idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos. Metade frequentava a disciplina de Biologia, pois frequentavam o curso científico-humanístico de ciências e tecnologias e a outra metade não frequentava aquela disciplina. Nesse estudo, a maioria dos alunos (76%), reconheceu não saber se, em Portugal, é legal o cultivo de plantas transgénicas e 67% dos alunos desconhecem se há OGMs ou produtos com ingredientes GM a serem comercializados no mercado português. A planta transgénica mais conhecida dos alunos é o milho GM (12%). Para além deste cereal ainda foram indicados, em menor número, aveia, azevém, centeio e trigo. Estes resultados levaram os autores a concluir que os alunos revelam um grande desconhecimento em relação aos OGMs e a toda a sua problemática.

O estudo de Firmino (2007) envolveu 719 alunos do Porto e arredores, dos quais 307 eram alunos do 9º ano, 198 eram alunos do 12º ano e 214 eram alunos universitários. Os dados foram recolhidos através de um inquérito composto, tendo concluído que, apesar de

algum desconhecimento em relação à temática, o conhecimento aumenta de acordo com o nível acadêmico dos alunos.

Fazendo uma análise dos diferentes estudos referidos, pode-se concluir que:

- existe desigualdade no grau de informação em relação aos OGMs, entre alunos de diferentes países (Chern & Rickertsen, 2001);
- a maioria dos alunos tem pouca ou nenhuma compreensão científica dos conceitos relacionados com os OGMs (Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Dawson, 2007; Firmino, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Prokop *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008). Para além disso, os conhecimentos demonstrados pelos alunos são, muitas vezes, generalistas e idênticos aos divulgados pela comunicação social (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008);
- os alunos sujeitos ao ensino da biotecnologia nas aulas de ciências têm mais conhecimentos sobre o assunto, do que os que não foram sujeitos a esse ensino, e referem que a escola é a principal fonte de informação sobre aquele assunto (Dawson, 2007);
- os alunos demonstraram ter conhecimentos mais consistentes em relação às aplicações da biotecnologia, nomeadamente nos domínios da saúde/medicina, do que em relação aos princípios básicos da biotecnologia (Usak *et al.*, 2009);
- verifica-se a existência de concepções alternativas em relação aos OGMs e aos transgênicos, de que são exemplo ‘os OGMs contêm substâncias químicas perigosas’ (Prokop *et al.*, 2007; Usak *et al.*, 2009), ou a ideia de que os OGMs e os transgênicos são conceitos iguais (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007);
- o desconhecimento em relação a conceitos da biotecnologia e a existência de ideias alternativas, têm a ver com a falta de espaço no currículo de biologia para o ensino da genética (Usak *et al.*, 2009);
- o conhecimento em relação aos assuntos de biotecnologia aumenta de acordo com o nível académico dos alunos (Corazza-Nunes, 2007; Firmino, 2007). Um exemplo disso

é o facto de apenas alguns alunos de níveis académicos mais elevados conhecerem a aplicação da biotecnologia a microrganismos (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008). Este aspecto é também evidenciado no estudo de Mohapatra *et al.* (2010);

- a maioria dos alunos portugueses não sabe se é legal o cultivo de OGMs em Portugal e se existem OGMs comercializados no país (Santos, 2006);
- os exemplos de OGMs mais conhecidos são a soja e o milho (Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* (2008);
- os alunos do sexo masculino têm mais conhecimentos sobre os OGMs do que as alunas (Prokop *et al.*, 2007).

Em síntese, pode-se constatar que, por norma, os alunos manifestam um conhecimento bastante superficial em relação à biotecnologia e ao conceito de OGM.

Relacionando os resultados obtidos nos vários estudos, com o nível de escolaridade dos alunos inquiridos, verifica-se que muitos alunos deixam o sistema de ensino sabendo pouco, ou tendo ideias alternativas, sobre a biotecnologia e os OGMs.

2.3.2- Opiniões dos alunos sobre organismos geneticamente modificados

Neste ponto referimos estudos realizados com o objectivo de identificar as opiniões dos alunos sobre os OGMs.

Por norma, os estudos a seguir referidos estão integrados nos trabalhos apresentados no ponto 2.2.1, 'concepções dos alunos relativas ao conceito de OGM', tendo tido a mesma amostra e instrumento de recolha de dados. Optamos por separar os estudos em termos de conhecimentos e de opiniões para tornar a análise dos diferentes estudos mais compreensível.

Em relação ao estudo de Chern & Rickertsen (2001), sobre opiniões dos alunos relativamente aos OGMs, os autores concluíram que, dos alunos inquiridos, os alunos dos Estados Unidos são os mais receptivos aos OGMs, seguindo-se os da Noruega, depois os de Taiwan e finalmente do Japão. Cerca de metade dos alunos de cada um daqueles países

reconhece que os OGMs não são nem muito seguros, nem muito perigosos, e a sua disponibilidade para os consumir está de acordo com essa opinião. No entanto, verifica-se que a oposição aos OGMs diminui quando os alunos reconhecem neles um benefício válido. A maioria dos alunos considera importante a rotulagem dos produtos GM e defendem a sua obrigatoriedade. Quanto à segurança dos OGMs, Chern & Rickertsen (2001), verificaram que cerca de metade dos alunos consideraram que os OGMs não são nem muito seguros, nem muito perigosos, pois 55% dos alunos dos Estados Unidos, 50% dos alunos do Japão, 49% dos alunos de Taiwan e 44% dos alunos da Noruega, assim o referiram. A percentagem de alunos que considerou os OGMs muito seguros foi de 45% dos alunos da Noruega, 32% dos alunos dos Estados Unidos, 26% dos alunos de Japão e 18% dos alunos de Taiwan. A percentagem de alunos que considerou o uso de OGMs muito arriscado foi de 17% dos alunos de Taiwan, 11% dos alunos da Noruega, 10% dos alunos do Japão e 6% dos alunos dos Estados Unidos. No que diz respeito ao consumo dos OGMs, Chern & Rickertsen (2001) verificaram que 38% dos alunos dos Estados Unidos, 19% dos alunos de Taiwan, 10% dos alunos da Noruega e 4% dos alunos do Japão estão muito dispostos a consumir alimentos com ingredientes GM, e que 20% dos alunos do Japão, 18% dos alunos da Noruega, 4% dos alunos dos Estados Unidos e 1% dos alunos de Taiwan evitariam o seu consumo

Chern & Rickertsen (2001) questionaram os alunos se eles estariam dispostos a consumir alimentos com ingredientes GM se isso contribuísse para a redução da quantidade de pesticidas utilizados na agricultura. Perante essa questão, a disponibilidade dos alunos para consumirem aqueles alimentos aumentou em relação à questão anterior, pois 64% dos alunos de Taiwan, 54% dos alunos dos Estados Unidos, 23% dos alunos da Noruega e 10% dos alunos do Japão estariam dispostos a consumi-los.

No que concerne à rotulagem dos alimentos GM, Chern & Rickertsen (2001) verificaram que 84% dos alunos da Noruega, 79% dos alunos de Taiwan, 60% dos alunos do Japão e 49% dos alunos dos Estados Unidos consideraram-na muito importante e 96% dos alunos da Noruega, 84% dos alunos de Taiwan, 82% dos alunos do Japão e 76% dos alunos dos Estados Unidos referiram que essa rotulagem deveria ser obrigatória.

No que diz respeito ao valor que os alunos estão dispostos a gastar para comprar óleo alimentar sem OGMs, Chern & Rickertsen (2001) verificaram que esse valor é diferente em todos os países envolvidos no estudo: os alunos noruegueses estão disponíveis para pagar até mais 69% para terem óleo alimentar produzido a partir de plantas não-GM, enquanto que os

alunos dos EUA estão dispostos a gastar até mais 62%, os japoneses até mais 40% e os de Taiwan apenas estão dispostos a pagar mais 21%.

O estudo de Dawson (2007) também contemplou as opiniões dos alunos em relação aos OGMs, tendo aquela autora verificado que a maioria dos alunos aprova a utilização de engenharia genética envolvendo microrganismos, plantas e reprova a sua utilização em animais. Em relação ao Homem, se por um lado a maioria dos alunos aprova o teste genético pré-natal e o tratamento genético de doenças congénitas, por outro lado demonstram receio e cautela em relação aos riscos e a possíveis problemas associados à utilização de alimentos transgênicos pelo Homem.

No estudo de Prokop *et al.* (2007), onde também se recolheram dados sobre as opiniões dos alunos em relação aos OGMs, verificou-se que, de uma forma geral, os alunos estão relutantes em relação aos OGMs e que consideram que os mesmos não são seguros. No entanto, verificou-se que quanto maior o conhecimento em biotecnologia, mais positiva é a opinião dos alunos em relação aos seus produtos e processos. Os autores verificaram ainda que os alunos do sexo masculino são mais receptivos ao uso dos OGMs do que as alunas e que quase todos os alunos gostariam de ser mais informados em relação aos OGMs.

O estudo de Prokop *et al.* (2007) revelou que 13% dos alunos estão dispostos a comprar alimentos GM e que 16% considera que as medidas regulamentares existentes são suficientes para garantir a segurança na utilização e consumo dos OGM; 79% dos alunos responderam que as vantagens dos OGMs são incertas; 49% dos alunos considera que a indústria de biotecnologia deve tomar iniciativas que promovam a segurança dos alimentos GM; 89% dos alunos manifestou que é importante a rotulagem dos produtos GM.

O mesmo estudo permitiu constatar que 43% dos alunos consideram a manipulação genética como um procedimento não-ético; 50% dos alunos opõe-se à transferência de genes entre animais e plantas, 58% dos alunos opõe-se à alteração de genes que melhorem o sabor dos frutos, 54% dos alunos opõe-se à manipulação genética capaz de tornar os frutos frescos durante mais tempo e 39% dos alunos opõe-se à produção de plantas GM.

Prokop *et al.* (2007) verificaram que 93% dos alunos deseja aumentar o seu conhecimento sobre OGMs e 3% considera que o público está suficientemente informado em relação a eles;

No estudo de Usak *et al.* (2009) verificou-se que, de uma forma geral, os alunos universitários demonstrarem ter opiniões mais positivas em relação aos OGMs do que os alunos

do ensino secundário e que os alunos masculinos eram mais receptivos a estes organismos do que as alunas.

Usak *et al.* (2009) constataram também que, de um modo geral, os alunos inquiridos consideram o recurso à biotecnologia como algo positivo quando se aplica à modificação genética de plantas, e como algo negativo quando se aplica a animais, quando se referem aos riscos ambientais dos OGMs ou quando se trata da utilização de alimentos transgénicos.

No estudo de Mohapatra *et al.* (2010), acerca das concepções e opiniões dos alunos em relação aos alimentos GM, verifica-se uma opinião positiva em relação aos OGMs pois, apesar do reconhecimento da possibilidade de existirem alguns riscos na utilização dos OGMs, como o aparecimento de novas alergias (22,9% dos alunos) ou de novos vírus (34,4%), 58,3% dos alunos da Índia comeriam pão produzido com leveduras GM.

Em relação às opiniões dos alunos perante a biotecnologia apresentam-se agora dois estudos que envolveram alunos europeus e que não foram referidos anteriormente: o estudo de Klop & Severiens (2007) que envolveu alunos da Holanda e o estudo de Sáez *et al.* (2008) que envolveu alunos de Espanha.

Klop & Severiens (2007) fizeram um estudo que envolveu 574 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos, de 47 escolas secundárias holandesas. Os dados foram recolhidos através de questionário, sendo os itens relativos ao conhecimento em biotecnologia de verdadeiro/falso e os itens relativos às opiniões, sobre este assunto, em escala tipo Likert.

Klop & Severiens (2007) verificaram que a opinião perante a biotecnologia depende de factores cognitivos, afectivos e comportamentais. Os alunos questionados demonstraram ter um bom conhecimento em biotecnologia e verificou-se que, de uma forma geral, quanto maior o conhecimento, mais positiva é a opinião em relação aos OGMs.

No estudo de Klop & Severiens (2007) constata-se que o consumo de OGMs é aceite se servir os interesses do próprio, se servir propósitos médicos ou se forem dadas certas garantias, como por exemplo, a segurança ambiental.

Sáez *et al.* (2008) desenvolveram um estudo em Espanha sobre as opiniões dos alunos de 13 escolas secundárias do país sobre as suas opiniões em relação aos OGM. O estudo envolveu 770 alunos e a recolha de dados foi feita através de questionário com algumas perguntas abertas e outras fechadas.

Perante os resultados obtidos, Sáez *et al.* (2008) concluíram que os alunos espanhóis têm, de uma forma geral, uma opinião positiva em relação à biotecnologia, mas com reservas em relação a algumas das suas aplicações, uma vez que apesar de reconhecerem que o trabalho científico é fundamental para a melhoria da qualidade de vida das populações, entendem que certas aplicações são discutíveis do ponto de vista ético: 34% dos alunos não aceitam a terapia genética; 4% não concordam com o uso da biotecnologia como diagnóstico; 76% não concordam com o uso de manipulação genética para acelerar o crescimento dos animais; 72% opõem-se ao consumo de peixe transgénico.

Em relação ao cultivo de variedades GM, Sáez *et al.* (2008) verificaram que 14% dos alunos consideram que em nenhuma circunstância se devem cultivar variedades GM, justificando essa opinião com os possíveis efeitos secundários e porque não consideram o recurso aos OGMs como a melhor solução para a resolução dos problemas da fome; 16% consideram que variedades GM de batatas podem ser cultivadas em países cuja população enfrenta problemas de fome, mas em mais nenhum outro; 70% dos alunos consideram que se podem cultivar variedades GM em qualquer país desde que seja garantido que isso é seguro para a saúde e o ambiente.

Em relação aos estudos efectuados Corazza-Nunes *et al.* (2007), Pedrancini *et al.* (2007) e Pedrancini *et al.* (2008) relativos ao conhecimento e opiniões de alunos do Brasil em relação aos transgénicos, verifica-se que em todos eles, muitos dos alunos do 3º ano do ensino médio brasileiro não são favoráveis aos transgénicos, apresentando, contudo, uma fundamentação muito vaga para tal. Em relação aos dois grupos de alunos universitários, envolvidos no estudo de Corazza-Nunes *et al.* (2007), a aceitação deste tipo de organismos é maior.

Nestes estudos verifica-se ainda que as vantagens dos transgénicos mais reconhecidas pelos alunos são a tolerância a herbicidas, resistência a pragas, aumento da produtividade e melhoria nutricional dos alimentos, enquanto que as principais desvantagens referidas são o seu possível impacto negativo na saúde e, em menor número, o seu impacto negativo no ambiente. No estudo de Corazza-Nunes (2007), os alunos do último ano da universidade fazem referência ao possível impacto negativo dos transgénicos a nível económico.

No estudo de Corazza-Nunes *et al.* (2007), e a propósito da aceitação dos transgénicos, 40% dos alunos do ensino médio posicionaram-se contra, 34% a favor e 26% refiram não ter opinião formada. Em relação aos alunos universitários, 50,7% do primeiro ano e 68,3% do último ano revelaram-se favoráveis à utilização de transgénicos; 12,4% de do primeiro ano e 6,4% do

último ano mostraram-se contrários a esta biotecnologia; 36,9% do primeiro ano e 25,3% do último ano mostraram-se indecisos, o que indica que quanto maior o conhecimento dos alunos em relação aos transgênicos, maior a sua aceitação.

Em relação às vantagens do uso de transgênicos, Corazza-Nunes *et al.* (2007) verificaram que, de uma forma geral, as principais vantagens referidas nos três grupos de alunos são as mesmas: os alunos do ensino médio consideraram a tolerância a herbicidas e resistência a pragas (43%), o aumento da produtividade (31%) e do valor do nutricional dos alimentos (22%); os alunos universitários, de um modo geral, referiram a resistência a factores desfavoráveis (pragas, factores climáticos e ambientais), o aumento de produtividade e aumento da qualidade dos produtos, o aumento do valor nutricional dos alimentos, a redução de custos e a maior rapidez na melhoria dos exemplares a produzir.

Em relação às desvantagens do uso de transgênicos, Corazza-Nunes *et al.* (2007) verificaram que os alunos universitários referem uma maior conjunto de desvantagens do que os alunos do ensino médio. Para os alunos do ensino médio, a principal desvantagem são os prejuízos para a saúde (83%), nomeadamente o aparecimento de alergias, toxicidade, aparecimento de várias doenças, inclusive genéticas e, até mesmo a morte. Os alunos universitários do primeiro ano destacaram como desvantagens as alterações na saúde humana (18%), o desequilíbrio ambiental (11%), e a falta de pesquisas/ estudos/ informações (11%). Os alunos universitários do último ano salientaram o monopólio das multinacionais (18,7%), a falta de estudos (18,7%) e a perda da variabilidade genética (6,2%).

No estudo de Pedrancini *et al.* (2007), realizado com alunos do terceiro ano do ensino médio, verificou-se que 57% dos alunos tinham uma opinião favorável aos transgênicos, 27% contra e 16% sem opinião. No entanto a fundamentação que apresentavam para essa opinião era muito vaga.

Em relação às vantagens e desvantagens do uso de transgênicos, os alunos entrevistados no estudo de Pedrancini *et al.* (2007), referiram como principais vantagens a resistência a pragas e a tolerância a herbicidas, o aumento da produtividade, o aumento do lucro para o produtor e o aumento do valor nutricional dos produtos. Como desvantagens as mais citadas, pelos mesmos alunos, foram os malefícios para a saúde e o impacto negativo no ambiente.

No estudo de Pedrancini *et al.* (2008) feito, também, com alunos do 3º ano do ensino médio de uma região do Brasil, 34% dos alunos manifestaram ser a favor dos transgênicos, 40%

contra e 26% dos alunos referiram não ter opinião. A fundamentação para tal opinião, tal como nos estudos anteriores, era muito vaga.

Como vantagens do uso dos transgênicos, Pedrancini *et al.* (2008) verificaram que os alunos destacam a tolerância a herbicidas e a resistência a pragas, resultando numa diminuição do uso de químicos. O aumento de produtividade e do valor nutricional dos alimentos, o prolongamento do estágio de amadurecimento dos frutos, a redução de custos para o agricultor e a redução da fome, foram, também, vantagens referidas pelos alunos.

Como desvantagens do uso de transgênicos, o estudo de Pedrancini *et al.* (2008) permitiu verificar que 83% dos alunos consideram que são prejudiciais à saúde, uma vez que alguns são tóxicos e que outros podem causar alergias e outras doenças. Os alunos também referem, como desvantagem, o risco ambiental, nomeadamente a ameaça à biodiversidade devido à transferência de genes entre populações com a eliminação de espécies não-GM.

Deste modo, pode-se verificar uma semelhança de conclusões entre estes três estudos, aplicados a alunos do Brasil, sobre a opinião perante os transgênicos.

Em relação aos estudos que envolveram alunos portugueses, em Santos (2006), constata-se que os alunos manifestam dúvidas em relação ao conceito de OGM, mas também em relação às potencialidades e riscos dos OGMs e à situação dos OGMs em Portugal. Estas dúvidas evidenciam o desconhecimento dos alunos em relação a estes aspectos da biotecnologia mas também a preocupação dos alunos em relação às implicações da biotecnologia no seu quotidiano.

Santos (2006) verificou que 54% do total de alunos não estavam dispostos a comprar produtos com OGMs e que 25% estavam dispostos a fazê-lo. Segundo Santos (2006) a oposição pela maioria dos alunos à compra de alimentos GM e de produtos provenientes de animais alimentados com rações GM tem por base a crença, por parte dos alunos, de que o consumo de OGMs pode trazer riscos para a saúde e que a qualidade daqueles produtos é inferior à dos produtos convencionais. No entanto, Santos (2006) considera que é possível que a maioria dos alunos não seja capaz de fundamentar a sua opção.

De acordo com o estudo de Santos (2006), apesar dos constrangimentos dos OGMs atrás referidos, os alunos consideraram os OGMs vantajosos para determinados propósitos: 90% dos alunos reconhecem a existência de relação entre os OGMs e o aumento da produtividade; 87% dos alunos reconhecem que as plantas GM podem ser maiores do que as não-GM; 75% dos

alunos reconhecem que a resistência às pragas é uma mais-valia dos OGMs, enquanto que a tolerância aos herbicidas é reconhecida por 47% dos alunos.

Segundo o estudo de Santos (2006), a produção piscícola, a produção de vacinas e o tratamento de doenças, são as áreas para as quais um maior número de alunos afirmou desconhecer a sua relação com os OGMs. No que diz respeito à intervenção dos OGMs na luta contra a poluição e na qualidade dos solos, as opiniões dos alunos dividem-se entre uma relação desvantajosa e uma relação desconhecida.

No estudo de Santos (2006), constata-se ainda que 57% dos alunos consideraram que os OGMs são importantes na luta contra a fome e na descida do preço dos alimentos, mas que vêem com preocupação a qualidade destes novos alimentos, considerando-os capazes de prejudicar a saúde pública.

Do estudo de Santos (2006) pode-se depreender que os alunos submetidos ao estudo reconhecem vantagens no uso de OGMs, mas estão relutantes em utilizá-los devido aos riscos para a saúde e à menor qualidade dos mesmos. Em muitos casos é possível que os alunos não sejam capazes de fundamentar a sua opinião em relação aos OGMs.

No outro estudo sobre as opiniões de alunos portugueses em relação aos OGMs, Firmino (2007) verificou que os alunos envolvidos consideravam que a utilização dos OGMs tem riscos, alguns dos quais são desconhecidos; desconheciam a legislação sobre OGMs; conheciam algumas aplicações da biotecnologia, nomeadamente aquelas que têm mais visibilidade para a sociedade.

No estudo de Firmino (2007) verificou-se que 50% dos alunos do 9º ano, 65% dos alunos do 12º ano e 75% dos alunos universitários, consideraram que as plantas GM comportam riscos para o ambiente, sendo de referir que 35% dos alunos do 9º ano responderam *não sei*; 38% dos alunos do 9º ano, 63% dos alunos do 12º ano e 83% dos alunos universitários consideraram que os riscos da utilização dos OGMs ainda não eram todos conhecidos, sendo de referir que entre os alunos do 9º ano, as respostas repartiram-se de forma quase equitativa entre *falso* (38%) e o *não sei* (39%); em relação ao facto de os alimentos GM poderem modificar os genes do consumidor, 38% dos alunos do 9º ano, 48% dos alunos do 12º ano e 61% dos alunos universitários responderam *falso* (contudo, 38% dos alunos do 9º ano, 30% dos alunos do 12º ano e 26% dos alunos universitários responderam *não sei*). Quando questionados se conheciam a regulamentação dos OGMs a resposta *não sei* foi dada por 60% dos alunos do 9º ano, 47% dos alunos do 12º ano e 45% dos alunos universitários.

No que diz respeito às aplicações dos OGMs, Firmino (2007) verificou que no 9º ano, os alunos conheciam, sobretudo, as aplicações com mais visibilidade a nível da sociedade, nomeadamente a produção de antibióticos (65%), a produção de vacinas (60%) e a utilização de OGMs para a produção de alimentos (51%). Os alunos do 12º ano demonstraram conhecer um número maior de aplicações da biotecnologia e os alunos universitários demonstraram conhecer a grande maioria das aplicações da biotecnologia.

Fazendo uma análise geral dos diferentes estudos, pode-se concluir que:

- a opinião dos alunos em relação aos OGMs, varia consoante o estudo efectuado. No estudo de Chern & Rickertsen (2001), cerca de metade dos alunos considera os OGMs nem muito seguros, nem muito perigosos; no estudo de Prokop *et al.* (2007) verificou-se que, de uma forma geral, os alunos estão relutantes em relação aos OGMs, não estão dispostos a consumir alimentos GM pois consideram-nos pouco seguros. No estudo de Saez *et al.* (2008), verificou-se que os alunos espanhóis têm, de uma forma geral, uma opinião positiva em relação à biotecnologia, mas com reservas em relação a algumas das suas aplicações;
- em relação aos estudos com alunos do Brasil, pode-se constatar que ao nível do 3º ano do ensino médio brasileiro, muitos alunos não são favoráveis aos transgénicos, apresentando, contudo, uma fundamentação muito vaga para tal. Em relação aos dois grupos de alunos universitários envolvidos, a aceitação deste tipo de organismos é maior (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007);
- em relação aos alunos portugueses, a maior parte tem algumas reservas em relação ao consumo de OGMs (Santos, 2006; Firmino, 2007), mas é possível que os mesmos não sejam capazes de fundamentar essa opção (Santos, 2006);
- de um modo geral, quanto maior o conhecimento dos alunos em biotecnologia, mais positiva é a sua opinião em relação aos seus produtos e processos (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Prokop *et al.*, 2007; Klop & Severiens, 2007; Usak *et al.*, 2009);
- a opinião perante a biotecnologia depende de factores cognitivos, afectivos e comportamentais (Klop & Severiens, 2007);

- a maioria dos alunos aprova a utilização de engenharia genética envolvendo microrganismos e plantas (Dawson, 2007), mas reprova a sua aplicação em animais (Dawson, 2007);
- a maioria dos alunos demonstra receio e cautela em relação aos riscos dos OGMs e a possíveis problemas associados à utilização de alimentos transgênicos pelo Homem (Dawson, 2007; Firmino, 2007; Mohapatra, 2010);
- quanto à disponibilidade para consumir OGMs, a maioria dos alunos não está muito disposta a tal, mas também não os rejeita (Chern & Rickertsen, 2001; Dawson, 2007), ressaltando-se o estudo de Prokop *et al.* (2007), cujos resultados demonstram que os alunos não estão dispostos a consumir OGMs e o de Mohapatra *et al.* (2010), em que os resultados demonstram a receptividade dos alunos aos mesmos;
- se houver um fim válido para o consumo dos OGMs, ou se forem dadas certas garantias, como por exemplo benefícios ou segurança a nível ambiental, a disponibilidade para o consumo de OGMs é maior (Chern & Rickertsen, 2001; Klop & Severiens, 2007);
- a maioria dos alunos está disponível para pagar mais por produtos não GM, no entanto esse valor varia consoante o país (Chern & Rickertsen, 2001);
- em relação ao cultivo de OGMs, a maioria dos alunos concorda com isso, desde que seja garantida a segurança para a saúde e o ambiente (Saez *et al.*, 2008);
- em termos de vantagens dos transgênicos, os alunos referem, sobretudo, a resistência a pragas, a tolerância a herbicidas e o aumento da produtividade (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2008). Outra vantagem dos transgênicos, referida pelos alunos, é a melhoria nutricional dos alimentos (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007);
- como desvantagens dos transgênicos, os alunos referem os possíveis efeitos negativos, sobretudo na saúde (Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007), mas também no ambiente (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007), a nível económico (Corazza-Nunes, 2007), e consideram que os transgênicos têm pior qualidade do que os não GM (Santos, 2006);

- em relação à rotulagem dos OGMs, a maioria dos alunos considera-a importante e que a mesma deveria ser obrigatória (Chern & Rickertsen, 2001);
- verifica-se grande desconhecimento em relação às aplicações da biotecnologia e pouca segurança nas opiniões, dado o elevado número de respostas de tipo ‘não sei’ (Firmino, 2007);
- os alunos do sexo masculino são mais receptivos ao uso dos OGMs do que as alunas (Prokop *et al.*, 2007; Usak *et al.*, 2009);
- quase todos os alunos gostariam de ser mais informados em relação aos OGMs. (Prokop *et al.*, 2007).

Em síntese, pode-se dizer, em relação às opiniões dos alunos perante a biotecnologia e os OGMs, que elas variam consoante o domínio e o propósito, estando os alunos mais receptivos a intervenções de biotecnologia em plantas ou no domínio da saúde do que em relação aos animais ou aos alimentos GM. Os alunos demonstram ainda ter preocupações com a segurança ambiental e sanitária no uso dos OGMs.

2.4- Os manuais escolares de ciências e as concepções dos alunos sobre organismos geneticamente modificados

Neste ponto apresentamos o contributo dos manuais escolares de ciências para as concepções dos alunos (2.4.1) e o modo como a biotecnologia tem aparecido no conteúdo desses manuais (2.4.2).

2.4.1- Contributo dos manuais escolares de ciências para as concepções dos alunos

O manual escolar ocupa um lugar central no ensino das ciências (Tormenta, 1996; Santos, 2001; Snyder & Broadway, 2004; Roseman, 2010), no qual desempenha vários papéis,

uma vez que apresenta um conjunto de conhecimentos, auxilia na organização de aprendizagem e orienta o aluno na compreensão do mundo que o rodeia (Santo, 2006), contribuindo para o desenvolvimento de competências do aluno e não apenas para a transmissão de conhecimentos (Santo, 2006).

No entanto, a visão de Ciência que o manual apresenta, nem sempre é a mais correcta, pois considera a Ciência como um conjunto de verdades absolutas e imutáveis (Neto & Fracalanza, 2003; Irez, 2009; Phillips & Norris, 2009). Segundo Neto & Fracalanza (2003), o conhecimento científico é apresentado nos manuais, essencialmente, como um produto acabado e imutável, elaborado por cientistas e desligado do contexto histórico, sociocultural e ideológico que lhe deu origem. No mesmo sentido, Santos (2004) acrescenta que, com algumas excepções, os manuais apresentam a Ciência como um conjunto fechado de conhecimentos, sem interacção com o contexto social, político, religioso ou tecnológico; não apresentam o modo como as crises e polémicas trazidas por novos conhecimentos afectam a concepção que o Homem tem do mundo em que vive; não evidenciam a utilidade social da ciência, permitindo que a mesma surja como algo que não tem préstimo fora do contexto escolar e que apenas serve para aceder a mais conhecimentos.

O próprio texto do manual tem características que o aproximam daquela imagem de ciência, pois ele é essencialmente expositivo e não argumentativo, em proporções variáveis, dependendo do manual e do assunto (Phillips & Norris, 2009). Além disso, utiliza, predominantemente, o presente do indicativo para veicular conteúdos que são apresentados, muitas vezes, de forma fragmentada, descontextualizada, antropocêntrica e considera o aluno como um receptor passivo da informação (Neto & Fracalanza, 2003). No mesmo sentido, Irez (2009) e Phillips & Norris (2009), referem que grande parte do texto dos manuais está dedicada a factos e a conclusões e uma minoria do texto está dedicada ao pensamento científico e à História da Ciência.

As explicações dos fenómenos são essencialmente descritivas e raramente se prevê o que poderia acontecer se o fenómeno ocorresse em circunstâncias diferentes, o que diminui as oportunidades que os alunos têm para elaborar as suas próprias explicações, uma vez que eles se apropriam apenas das já existentes e que são consideradas as correctas (Gilbert *et al.*, 1998).

Outros autores, como Snyder & Broadway (2004) e Castera *et al.* (2008) acrescentam que muitas vezes os manuais apresentam aos alunos uma visão muito simplista da realidade,

apresentando a explicação mais consensual para os fenómenos e ignorando explicações alternativas para o mesmo.

A este propósito, refere-se o estudo de Castera *et al.* (2008), sobre doenças genéticas. Aqueles autores analisaram 18 manuais publicados por editoras francesas, entre os anos de 2001 e 2004, relativos aos últimos quatro anos do ensino secundário francês, isto é, a alunos com idades compreendidas entre os 15 e os 18 anos.

Castera *et al.* (2008) concluíram que as explicações para a origem genética das doenças eram demasiado simplistas, lineares e causais, ignorando, muitas vezes, o factor ambiental. Aqueles autores, bem como Silva *et al.* (2009), consideram que aquelas explicações contribuem para a existência de fatalismo em torno destas doenças e para uma concepção alternativa em relação às medidas de promoção da saúde, uma vez que os alunos podem considerar que nada podem fazer contra o que está determinado no seu património genético. Os mesmos autores consideraram ainda que os manuais, por norma, não se afastam do discurso científico mais consensual, ignorando hipóteses ou teorias alternativas.

Segundo Snyder & Broadway (2004), um dos temas controversos que tem lugar nas aulas de ciências é a sexualidade. Snyder & Broadway (2004) fizeram um estudo que envolveu a análise de manuais de Biologia do ensino secundário dos Estados Unidos da América para averiguar até que ponto os manuais abordam a sexualidade fora da norma heterossexual e como o fazem. Nesse estudo, aqueles autores constataram que os manuais apresentavam várias imagens de seres humanos, mas idênticos no que diz respeito à etnia, género, e capacidades físicas. Para além disso, naquele estudo constata-se que as representações de família existentes nos manuais são de famílias tradicionais, tipicamente heterossexuais, e as únicas representações de homossexuais têm a ver com situações de ocorrência da SIDA e consumo de drogas, o que reforça a ideia de essa orientação sexual ser desviante e marginal. Snyder & Broadway (2004) consideram que esta abordagem da sexualidade reforça a ideia de que a diversidade sexual é contra-natura e imoral

Segundo Snyder & Broadway (2004), a sexualidade é a base para o desenvolvimento físico, mental e social dos indivíduos e as suas representações nos manuais resumem-se à produção e fertilização de gâmetas, Deste modo, aqueles autores consideram que os alunos não são confrontados com comportamentos ou razões comportamentais para a sexualidade fora da norma heterossexual ou com as influências étnicas e culturais sobre a sexualidade.

Santos (2004) acrescenta ainda que os manuais, para além de não estimularem a existência de diferentes perspectivas da realidade, promovem pouco o desenvolvimento do espírito científico e a existência de debates capazes de permitir o desenvolvimento de competências argumentativas e de tomada de opções, aspectos importantes numa sociedade plural em que o cidadão não deve ficar subjugado às ideias dos outros ou aceitar de forma acrítica aquilo que lhe pretendem impor.

O espaço dedicado pelos manuais à natureza da Ciência é reduzido e apenas contempla certos aspectos da mesma, nomeadamente, descrição da ciência, características dos cientistas e método científico (Irez, 2009), não enfatizando aspectos da ciência que o mesmo autor considera importantes no ensino das ciências, tais como a Ciência como um caminho para o conhecimento; o carácter mutável do conhecimento científico; a relação entre Ciência e imaginação e criatividade; a relação entre a Ciência e o contexto social; a Ciência como produto da cultura; relação da experimentação com o conhecimento científico e com o contexto social e ético; variações no método científico, considerando-o que ele não é um mero conjunto de etapas, entre outros. Irez (2009) considera ainda que muitos manuais criam um estereótipo errado do que é um cientista, apresentando-o, uma vez, com características muito vagas e comuns a muitos cidadãos, como a curiosidade e, outras vezes, associando-o a aspectos distorcidos da ciência e da investigação científica, como a imparcialidade, o que pode ser prejudicial para a imagem que os alunos constroem da Ciência.

De igual modo, importa salientar que os manuais dão pouco espaço e destaque a aspectos fundamentais da formação dos alunos como pessoas e cidadãos, como a inclusão de textos de divulgação científica (Santos, 2004), ou a abordagem de temas actuais (Tizioto & Araújo, 1997), controversos (Snyder & Broadway, 2004) e sócio-científicos (Reis, 2004), os quais surgem, consoante o manual, em secções especiais, apêndices ou quadros no decorrer dos capítulos ou junto das actividades ou exercícios, o que pode significar uma desvalorização dos mesmos.

Acrescenta-se ainda que, muitos manuais têm uma insuficiente relação entre os temas que apresentam, o que, dificulta a compreensão do carácter transversal de muitos problemas com que a humanidade actualmente se depara (Pedrosa & Leite, 2005).

Para além de textos, os manuais de ciências contêm grande número e variedade de imagens, as quais podem ser veículo das ideias principais que são apresentadas, devendo os

alunos serem capazes de ler e de interpretar as mesmas (Ametller & Pintó, 2002), de modo a construir os seus esquemas conceptuais (Martinez Dias & Gil Quilez, 2001).

As imagens utilizadas no ensino das ciências permitem mostrar aspectos da realidade que são impossíveis ou difíceis de observar e a sua eficácia depende, sobretudo, do contexto e do modo como elas são utilizadas (Leite & Afonso, 2001), devendo para o efeito haver instruções específicas do professor que ajudem a descrever os elementos contidos nas ilustrações, a explicar as relações representadas entre os diferentes elementos da imagem e a estabelecer as relações que não estão explícitas na imagem (Martinez Dias & Gil Quilez, 2001).

A utilização das imagens deve ser feita com cuidado, devendo os professores estar atentos às dificuldades dos alunos na sua interpretação (Leite & Afonso, 2001; Fanarol, 2005), uma vez que as imagens apresentadas nos manuais podem reforçar ou induzir concepções alternativas nos alunos, muitas das quais persistem durante o ensino das ciências, mesmo quando se adoptam estratégias de tipo construtivista (Leite & Afonso, 2001). Segundo estas autoras, a análise crítica das imagens em conjunto com os alunos é importante, pois permite a detecção de erros e das limitações da imagem.

Pozzer & Roth (2003) consideram também que aspectos relacionados com a inserção de imagens no texto, como a distribuição e arranjo das imagens na página, o local do texto onde se faz referência a cada uma das imagens, bem como as cores e o tamanho relativo dos objectos presentes nas imagens são elementos a considerar na interpretação das imagens pois esta varia de acordo com a subjectividade do leitor, condicionando a aprendizagem feita pelo mesmo.

Outro aspecto importante nos manuais escolares é o conjunto de actividades que apresentam, uma vez que é, sobretudo, a partir delas que os professores seleccionam as que vão implementar nas aulas (Martinez Losada *et al.*, 1999).

Relativamente às actividades de papel e lápis, Martinez Losada *et al.* (1999) referem que os professores as utilizam, maioritariamente, com os objectivos de reforçar e avaliar as aprendizagens efectuadas, bem como de proporcionar momentos de aquisição/aprofundamento de conhecimentos e de desenvolvimento de competências. No entanto, muitas vezes as actividades são de baixo nível cognitivo, enfatizando-se o reforço das aprendizagens através de actividades de tipo repetitivo (Martinez Losada *et al.*, 1999), o que não fomenta o desenvolvimento de capacidades de análise ou de resolução de problemas, nem desafia os alunos a desenvolver o seu sentido crítico ou o raciocínio lógico, o que dificulta ir além da compreensão dos conceitos e dos princípios básicos (Duch, 2001). Este aspecto demonstra que,

muitas vezes, o ensino das ciências vai de encontro ao modelo transmissivo de aprendizagem, em que após a transmissão do conhecimento se realizam actividades de reforço, em detrimento dos modelos construtivistas, mais actuais, e que requerem um equilíbrio de diferentes tipos de actividades para que o aluno construa o seu conhecimento (Martinez Losada & García Barros, 2003).

No que diz respeito às actividades laboratoriais, isto é, aquelas que implicam o uso de material de laboratório (Leite, 2000), elas permitem, entre outras coisas, a aprendizagem do conhecimento científico e da metodologia científica, bem como o desenvolvimento de competências (Leite, 2000). No entanto, na maioria dos casos, as actividades laboratoriais são apresentadas através de protocolos com reduzido grau de abertura (Leite, 2001; Leite & Esteves, 2005), maioritariamente incluídos no manual escolar (Martinez Losada & García Barros, 2003) e são utilizadas, sobretudo, para confirmação e ilustração da informação teórica (Pekméz *et al.*, 2005), havendo pouco espaço para a indagação e pouco contribuindo para que os alunos construam os seus modelos explicativos que se querem cada vez mais complexos e cientificamente adequados para interpretar os fenómenos do mundo (García Barros & Martínez Losada, 2003).

Em síntese, podemos considerar que os manuais de ciências apresentam aos alunos uma imagem errada de Ciência, uma vez que, através do texto, das imagens ou das actividades propostas, a Ciência é considerada como um produto acabado, constituído por um conjunto de conhecimentos correctos, que explicam de forma correcta os diversos fenómenos naturais. Deste modo, o espaço para que os alunos possam reflectir e manifestar a pluralidade das suas opiniões é reduzido, comprometendo-se a compreensão da natureza e do percurso da Ciência pelos alunos e promovendo-se nestes a construção de uma concepção incorrecta da Ciência.

Os manuais, de uma forma geral, relacionam de forma insuficiente a Ciência com o quotidiano dos alunos, não se evidenciando a importância do ensino das ciências para a formação de cidadãos reflexivos, interventivos e responsáveis, nem a utilidade da Ciência para o mundo real.

2.4.2- A biotecnologia nos manuais escolares de ciências

A biotecnologia tem-se desenvolvido muito rapidamente devido à sua aplicação em diversos campos como a medicina, a química, a agricultura, entre outros, pelo que assuntos relacionados com a engenharia genética passaram a fazer parte da maioria dos currículos propostos para o ensino das ciências (Martínez-Garcia *et al.*, 2003; Ferreira & Justi, 2004).

No que diz respeito a temas do âmbito da biotecnologia, segundo Munn (1999), de um modo geral os manuais de Biologia das escolas secundárias não cobrem esses assuntos com muito detalhe.

Deste modo, referimos os estudos efectuados de Martínez-Garcia *et al.* (2003), de Ferreira & Justi (2004) e de Silva *et al.* (2009) sobre o conteúdo dos manuais em relação aos assuntos relacionados com a biotecnologia.

Martínez-Garcia *et al.* (2003) analisaram 34 manuais de biologia do ensino secundário, publicados em Espanha, entre 1997 e 2001, segundo seis categorias: concepção de engenharia genética; adequação do conteúdo aos alunos; aplicações da engenharia genética; impacto social das aplicações da engenharia genética; repercussões deste campo da ciência; extensão da engenharia genética no texto. Estes autores verificaram que os manuais não fazem ligações conceptuais importantes, tal como a seguir se exemplifica: muitos dos manuais abordam a temática do genoma humano, mas não associam a sequência do ADN ao património genético do indivíduo, nem consideram a sequência de nucleótidos na molécula do ADN; muitos manuais não referem que o material genético é partilhado por todas as espécies e como consequência o ADN é transferível entre várias espécies e pode-se expressar do mesmo modo.

Ferreira & Justi (2004) analisaram manuais escolares brasileiros de química e de biologia, do ensino médio, para averiguar como as abordagens utilizadas por aqueles manuais contribuem para o estudo do ADN e contribuem para a aprendizagem desse tema. Estes autores constataram que o estudo do ADN se resume a uma breve abordagem de algum modelo que represente a estrutura da molécula de ADN. Aqueles autores verificaram ainda que o ADN é apresentado de forma independente do estudo da genética e da hereditariedade e que nem sempre há referência à história da ciência e que quando existe é de forma breve e linear.

Deste modo, percebe-se que as conclusões de Martínez-Garcia *et al.* (2003) e de Ferreira & Justi (2004) evidenciam a fragmentação de conteúdos referida por Neto & Fracalanza (2003)

e a falta de articulação entre eles, referida por Pedrosa & Leite (2005) e que pode ser fonte de concepções alternativas (Martínez-Garcia *et al.*, 2003)

Silva *et al.* (2009) analisaram 13 manuais portugueses e 18 manuais franceses correspondentes às sucessivas faixas etárias entre os 14-15 anos e os 17-18 anos em Portugal e em França, para averiguarem a referência que os manuais escolares fazem à influência do ambiente na expressão fenotípica de doenças multifactoriais. Estes autores reconheceram que, em Portugal, apenas os manuais do 11º e 12º anos fazem referência ao efeito do ambiente no aparecimento de doenças genéticas multifactoriais. Este é um aspecto importante uma vez que se a doença genética for apresentada como um determinismo genético, sem influência do ambiente, passa a mensagem de que o indivíduo pouco ou nada pode fazer para manter e/ou melhorar a sua saúde, o que constitui uma mensagem errada em termos de promoção da saúde.

Em relação à informação sobre biotecnologia, Martínez-Garcia *et al.* (2003) consideram que a fragmentação e a quantidade de informação sobre aplicações genéticas podem ser uma fonte de concepções alternativas, tendo em consideração que muito tem que ser aprendido na ausência de associações com outros conhecimentos. Como exemplos, Martínez-Garcia *et al.* (2003), referem que muitos manuais apresentam formas de cortar o ADN e ignoram maneiras de ligar o ADN resultante da manipulação genética; que o uso de plasmídeos como vectores é feito sem uma referência prévia à fisiologia bacteriana (apesar de reconhecerem que a aprendizagem dos alunos sobre microrganismos é muito superficial e que o conhecimento que eles têm destes microrganismos é, sobretudo, o seu carácter patogénico); que não é clarificado que o gene inserido expressa uma proteína, e que esta é responsável pelo aparecimento de uma determinada característica do organismo.

Deste modo, Martínez-Garcia *et al.* (2003) consideram que o ensino de assuntos de biotecnologia fica descontextualizado, o que dificulta a obtenção de uma completa e coerente imagem da mesma, pelos alunos. Aqueles autores sugerem a introdução de uma sequência lógica de conceitos, a qual deve ser adequada ao nível etário e académico dos alunos e aos objectivos dos programas de ensino em ciências.

Ferreira & Justi (2004) consideram que, muitas vezes, a biotecnologia é tratada em textos auxiliares, nos quais são apresentados apenas o projecto genoma e alguns aspectos simples de engenharia genética, sem que haja relação com a composição e estrutura do ADN e sem uma discussão sobre os princípios éticos implicados na biotecnologia. Deste modo, Ferreira & Justi

(2004) consideram que existe uma fragmentação do ensino, em que primeiro se lecciona a composição e estrutura do ADN e quando em seguida se estuda genética, não é feita uma relação directa com o primeiro estudo.

No que diz respeito às imagens nas secções dos manuais dedicadas à biotecnologia, Yarden & Yarden (2010) consideram que elas são importantes, uma vez que os conceitos são pouco familiares dos alunos, porque nem sempre estão associados ao quotidiano dos alunos. Para além disso, aqueles autores reconhecem que o conhecimento e os procedimentos são, nalguns casos, abstractos e os alunos não têm oportunidade de os experimentar no laboratório escolar, o que aumenta a necessidade de os tornar mais concretos e mais acessíveis aos alunos. Assim, a utilização de imagens nesses assuntos tornam os textos mais compreensíveis e memorizáveis (Yarden & Yarden, 2010).

Quanto aos produtos resultantes da biotecnologia, Martínez-Garcia *et al.* (2003) verificaram que os OGMs são uma das aplicações da biotecnologia que os alunos têm mais dificuldade em compreender, pois nem sempre há ligação entre a estrutura e a função dos genes no que a este assunto diz respeito.

Em relação à utilização dos OGMs, Martínez-Garcia *et al.* (2003) consideram que os domínios mais referidos são a medicina, a agricultura, a pecuária entre outros.

No que diz respeito à medicina, Martínez-Garcia *et al.* (2003) consideram que os aspectos mais referidos são a produção de insulina, de hormona do crescimento, interferão e vacinas. Para além disso, aqueles autores consideram que existem referências a proteínas específicas, faltando muitas vezes o seu significado fisiológico, sendo o exemplo mais evidente a referência ao factor VIII da coagulação sem que se refira a função desta proteína.

Quanto às aplicações da biotecnologia na agricultura, Martínez-Garcia *et al.* (2003) referem que, apesar de muitos manuais fazerem referência às plantas tolerantes aos herbicidas ou resistentes aos insectos, os seus procedimentos apenas são referidos nos manuais do 12º grau. De igual modo, Martínez-Garcia *et al.* (2003) verificaram que a referência aos OGMs na degradação de resíduos apenas aparece nos manuais do 12º ano.

Martínez-Garcia *et al.* (2003) referem que compreensão do procedimento empregue na obtenção de OGMs é difícil, como por exemplo, na utilização benéfica de vírus, e que isso interfere com a tomada de decisões em relação a estes produtos. Aqueles autores consideram ainda que a terapia genética e os OGMs aparecem em manuais onde a referência à manipulação de ADN e à estrutura e função dos genes são pouco desenvolvidos, o que pode levar a certas

concepções alternativas, como por exemplo a de que a transferência de um gene animal para uma planta faz com que esta apresente características de animal, o que pode ter implicações éticas e religiosas. Para além disso, segundo Martínez-Garcia *et al.* (2003), as implicações da engenharia genética são referidas, muitas vezes, de forma desequilibrada em termos de vantagem/riscos. Para aqueles autores, o reforço dos riscos pode levar os alunos a terem uma opinião negativa em relação às aplicações da biotecnologia, sobretudo quando o seu nível de conhecimento é baixo.

Em síntese, podemos considerar que os manuais acompanham a emergência da biotecnologia na sociedade, passando a incluir esses assuntos nas suas páginas. Contudo, a inclusão desses assuntos pode não facilitar a compreensão desse conteúdo pelo aluno, uma vez que os manuais nem sempre lhe dão o devido destaque; nem sempre o apresentam em todas as suas dimensões; nem sempre o apresentam de forma adequada ao nível etário e ao nível académico do aluno; nem sempre é feita a devida articulação com outros conteúdos ou com o quotidiano e os conhecimentos prévios do aluno.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1- Introdução

Neste capítulo são descritos e justificados os procedimentos utilizados na presente investigação.

Com estes propósitos, apresentamos uma síntese da investigação (3.2), na qual analisamos manuais de Ciências Naturais, 9º ano, sobre os OGMs (3.3), averiguamos quais são as concepções e as opiniões dos alunos do concelho de Penafiel, no final do ensino básico, em relação aos OGMs (3.4) e relacionamos o conteúdo dos manuais de Ciências Naturais, 9º ano, em relação aos OGMs com as concepções e opiniões dos alunos sobre OGMs obtidas através do questionário (3.5)

3.2- Síntese da investigação

A investigação tem, como objectivo geral, averiguar se existirá alguma relação entre o conteúdo apresentado pelos manuais escolares em relação aos OGMs e as concepções e opiniões de alunos, do concelho de Penafiel, em relação àqueles organismos.

Para o cumprimento daquele objectivo foram efectuados dois estudos complementares: um em que se analisa o conteúdo dos manuais escolares de Ciências Naturais, do 9º ano, relativamente aos OGMs e outro que estudo que permite conhecer as concepções e opiniões que os alunos do referido concelho têm, no final do ensino básico, em relação aos OGM. No final relacionaram-se os resultados obtidos nos dois estudos.

Em relação estudo com manuais escolares, foi efectuada uma análise comparativa dos manuais de Ciências Naturais, do 9º ano, em relação aos OGMs, a qual surge inserida no tópico 'noções básicas de hereditariedade', da unidade 'transmissão da vida'. A referida análise foi efectuada segundo dimensões e categorias de análise previamente estabelecidas e validadas por especialistas em educação.

A detecção das concepções e das opiniões dos alunos, no final do ensino básico, em relação aos OGMs, foi efectuada através um estudo quantitativo, em que a recolha de dados foi efectuada através de um questionário, tipo teste de conhecimentos. Depois de validado, o questionário foi aplicado a 175 alunos, pertencentes a sete Turmas do 9º ano de escolaridade, integradas em escolas públicas do concelho de Penafiel, concelho no qual leccionamos e onde temos mais facilidade em o aplicar. A amostra foi constituída por turmas completas de alunos, uma de cada uma das sete escolas do concelho onde se lecciona o 9º ano, estimando-se que ela seja representativa da população estudantil de 9º ano daquele concelho, em termos de idade, de género e de condições culturais e socioeconómicas.

Finalmente, foram comparados os resultados obtidos na análise de manuais com os resultados obtidos no questionário, de modo a averiguar se existe alguma relação entre o conteúdo dos manuais escolares e as concepções e opiniões apresentadas pelos alunos.

3.3- Descrição do estudo efectuado com manuais escolares

No que diz respeito ao estudo efectuado com manuais escolares, apresentamos a população e a amostra (3.3.1), a técnica e instrumento de recolha de dados (3.3.2), a recolha de dados (3.3.3) e o tratamento de dados (3.3.4).

3.3.1- População e amostra

Em relação ao estudo feito com manuais escolares, a população correspondeu aos manuais de 9º ano, da disciplina de Ciências Naturais, adoptados em cada uma das escolas do concelho de Penafiel. A referida população é constituída por três manuais, os quais se apresentam no anexo 2, bem como as escolas onde são adoptados.

A selecção desta população tem a ver com o facto de qualquer um dos alunos submetidos ao questionário ter estudado o tema por um destes manuais, de haver complementaridade entre este estudo e o estudo sobre as concepções e opiniões dos alunos em relação aos OGMs e de serem os manuais do 9º ano, da disciplina de Ciências Naturais, os únicos do ensino básico a conterem uma abordagem aos OGMs.

O facto de os objectivos deste estudo permitirem trabalhar com todos os manuais tem a vantagem de a população-alvo ser igual à amostra, o que é positivo em termos de generalização de resultados, evitando-se assim possíveis erros de amostragem, isto é, que a amostra tenha características diferentes da população-alvo (Gall *et al.*, 2003).

Para além da viabilidade de se trabalhar com toda a população-alvo, de acordo Gall *et al.* (2003), as reduzidas dimensões de uma eventual amostra de manuais contribuiriam para a grande probabilidade de se cometerem os referidos erros de amostragem.

3.3.2- Técnica e instrumento de recolha de dados

Os manuais foram analisados através da técnica de análise de conteúdo, partir da qual foi preenchida uma grelha em que se cruzam as categorias de análise de cada dimensão (linhas) com os manuais em apreciação (colunas). A grelha, foi elaborada pelo investigador, e sujeita a validação de conteúdo (Gall *et al.*, 2003) por especialistas em educação em ciências. Com esta validação pretendeu-se assegurar que as dimensões de análise permitem obter informação necessária, suficiente, válida e fiável (De Ketele & Roegiers, 1993).

A grelha de análise dos manuais incluiu as seguintes dimensões: conceito de OGM; relação dos OGMs com organismos transgénicos; relação dos OGMs com outros temas ou assuntos; exemplos de OGMs mencionados; situação dos OGMs em Portugal e no mundo; enquadramento legal dos OGMs; possíveis vantagens do uso dos OGMs; potenciais riscos do uso dos OGMs; recurso a outras fontes de informação sobre OGMs; relação entre as imagens e as concepções dos alunos; actividades propostas aos alunos; perspectiva futura de utilização dos OGMs; monitorização dos eventuais riscos dos OGMs; reacções aos OGMs por parte de grupos sociais implicados neles.

3.3.3- Recolha de dados

No processo de recolha de dados, o investigador elaborou a grelha referida em 3.3.2 e sujeitou-a a validação. No que diz respeito à recolha de dados, o investigador aplicou a grelha de

análise aos manuais por duas vezes, com uma diferença de dois meses, em idênticas condições, de modo a reduzir possíveis erros inerentes à subjectividade do investigador.

3.3.4- Tratamento de dados

Os dados obtidos na análise de manuais foram tratados de modo a comparar os manuais entre si, em relação a cada dimensão de análise.

Posteriormente os resultados desta análise de conteúdo dos manuais foram discutidos tendo em conta os resultados do estudo sobre as concepções e opiniões dos alunos em relação aos OGMs, demonstrados por eles no questionário.

3.4- Descrição do estudo efectuado com alunos

No que diz respeito ao estudo sobre as concepções e opiniões dos alunos, no final do ensino básico, em relação aos OGMs, apresentamos a população e a amostra (3.4.1), a técnica e instrumento de recolha de dados (3.4.2), a recolha de dados (3.4.3) e o tratamento de dados (3.4.4).

3.4.1- População e amostra

A população-alvo, ou seja o grupo de indivíduos para o qual os resultados serão generalizados (Gall *et al.*, 2003), foi o conjunto dos alunos que terminam o ensino básico em escolas públicas do concelho de Penafiel.

A amostra foi constituída por 175 alunos, integrados em escolas públicas daquele concelho, e corresponde a mais de 20% da população alvo. Na tabela 1 apresentamos as características da amostra em relação à faixa etária, ao género e ao número de vezes que frequentaram 9º ano.

Tabela 1 - Características gerais da amostra de alunos que participaram no estudo

| Características | | Alunos (n= 175) | |
|----------------------|---------------------|--------------------|----|
| | | f | % |
| Idade (em anos) | 14-15 anos | 155 | 89 |
| | 16-17 anos | 20 | 11 |
| Género | Feminino | 98 | 56 |
| | Masculino | 77 | 44 |
| Frequência do 9º ano | Primeira vez | 163 | 93 |
| | Segunda vez ou mais | 12 | 7 |

Assim, percebe-se que a grande maioria dos alunos tinha entre 14 e 15 anos, a maioria eram do sexo feminino e que a grande maioria frequentava o 9º ano pela primeira vez.

Optou-se por esta amostra, porque permite atingir os objectivos deste estudo; coincide com uma das divisões administrativas de Portugal, o que delimita a população-alvo e diminui os possíveis erros de amostragem; é de fácil acesso, uma vez que o investigador trabalha nesse concelho,

Em termos de turmas, a amostra foi constituída por uma turma completa de 9º ano de cada uma das sete escolas do concelho, onde se lecciona esse ano de escolaridade. Em cada escola, foi feita uma amostragem de conveniência, uma vez que a selecção da turma de cada escola foi feita em função da facilidade de acesso do investigador ao professor-aplicador, da disponibilidade deste e da turma a aplicar.

Segundo McMillan & Schumacher (2006), a selecção de uma amostra de conveniência tem, por vezes, limitações ao nível da generalização de resultados para a população-alvo, quando a amostra seleccionada não representa a população-alvo. No nosso estudo tentou-se minimizar essa limitação através do tamanho da amostra, da escolha de uma turma de 9º ano de cada uma das sete escolas, com 9º ano de escolaridade, e da preferência, para efeitos de aplicação do questionário, de uma turma desse ano que fosse representativa das turmas da escola, em termos de aproveitamento escolar, de género, de faixa etária e de condições culturais e socioeconómicas.

A opção por aplicar o questionário em turmas completas de alunos teve a ver com o facto de o número de professores envolvidos ser mais reduzido e de não constituir tanta perturbação

na vida normal dos alunos e das escolas, do que se fosse feita uma escolha de apenas alguns alunos por turma. Deste modo, aplicou-se o questionário numa situação o mais natural possível, tal como defendem De Ketele & Roegiers (1993).

A opção por aplicar o questionário no 9º de escolaridade teve a ver com dois motivos: em primeiro lugar, é no 9º ano que, pela primeira vez, os alunos são sujeitos a um ensino formal do assunto considerado; em segundo lugar, o 9º ano é o ano terminal do ensino básico, sendo que é nosso propósito detectar as concepções dos alunos sobre os OGMs no final do ensino básico dado que alguns alunos sairão do sistema de ensino ou seguirão áreas de ensino não-científicas, sendo esta a única oportunidade que muitos têm para a aprendizagem formal do tema.

3.4.2- Técnica e instrumento de recolha de dados

A recolha de dados relativamente às concepções e opiniões dos alunos sobre os OGMs no final do ensino básico foi feita através da técnica de inquérito, a qual, segundo McMillan & Schumacher (2006), permite obter informação sobre conhecimentos, crenças, opiniões, comportamentos, ideias de uma amostra que, eventualmente, poderá ser generalizada à população.

O instrumento de recolha de dados foi um questionário, tipo teste de conhecimentos, construído pelo investigador e sujeito a validação de conteúdo (Gall *et al.*, 2003; McMillan & Schumacher, 2006) por especialistas em educação em ciências, uma vez que se pretendem conhecer as concepções e opiniões dos alunos em relação aos OGMs.

A opção pelo inquérito por questionário teve a ver com a rápida e fácil obtenção de um grande número de dados. A validação do questionário foi necessária para nos certificarmos que as informações que o mesmo permite recolher são as “necessárias, suficientes e que reflectem bem a realidade” (De Ketele & Roegiers, 1993, p.220) para os objectivos do estudo em causa.

No processo de validação do questionário, também se assegurou que o questionário era adequado à amostra e aos objectivos do estudo, através da aplicação de uma versão do questionário, após validação de conteúdo, a um grupo de alunos do 9º ano, com características idênticas aos alunos da nossa amostra. A versão do questionário usada para este efeito teve um espaço para comentários e sugestões dos alunos, como sugerem Gall *et al.* (2003).

O questionário aplicado era constituído por três partes: a primeira parte incidia sobre as concepções que os alunos têm sobre os OGMs; a segunda parte incidia sobre as opiniões dos alunos em relação aos OGMs; a terceira parte incidia sobre as concepções dos alunos sobre as relações existentes entre OGMs e organismos transgénicos.

Os participantes não se identificaram no questionário, tendo apenas referido o sexo, a idade e se estavam a frequentar o 9º ano pela primeira vez, ou não. Desta forma, asseguramos a privacidade dos alunos e a confidencialidade dos dados (McMillan & Schumacher, 2006).

3.4.3- Recolha de dados

Para a recolha de dados, foi feito um pedido por escrito (anexo 1) à Direcção de cada escola para a aplicação dos questionários. O professor-aplicador foi contactado pelo próprio investigador. Ao professor-aplicador do questionário, que em todas as turmas foi o professor de Ciências Naturais, foi exigido que não prestasse qualquer auxílio relativamente às respostas dos alunos e que não permitisse a troca de ideias entre os alunos, de modo a garantir a igualdade na recolha de dados e a fiabilidade dos resultados obtidos (De Ketele & Roegiers, 1993).

O questionário foi aplicado pelo professor de Ciências Naturais, em contexto de sala de aula, pois, segundo De Ketele & Roegiers (1993), o questionário deve ser aplicado numa situação mais natural possível.

3.4.4- Tratamento de dados

O questionário utilizado na recolha de dados foi constituído por questões de escolha múltipla, em que se exigia a fundamentação da escolha e por questões de resposta aberta. As respostas recolhidas através do questionário foram alvo de uma análise de conteúdo e classificadas com base num conjunto de categorias de resposta.

Na fase de tratamento e análise de dados, as respostas foram agrupadas em categorias de resposta de modo a se obter uma “representação simplificada dos dados brutos” (Bardin, 2004, p.112). No processo de categorização, as categorias foram elaboradas de modo a preencher os seguintes requisitos enunciados por Bardin (2004, p.113): exclusão mútua, de

modo a que cada resposta fosse incluída apenas numa única categoria; homogeneidade, as categorias foram definidas segundo um único princípio de classificação; pertinência, cada categoria de resposta estava adequada ao questionário aplicado e ao objectivo do estudo; produtividade, de modo a que cada categoria foi elaborada de modo a permitir obter resultados propícios ao objectivo do estudo; objectividade e fidelidade, as categorias foram definidas de modo a permitir a sua aplicação em várias análises e reduzir a subjectividade.

Deste modo, em relação às questões de escolha múltipla, as categorias de resposta foram definidas à priori e eram iguais às respostas possíveis; nas questões de resposta aberta, as categorias foram definidas após uma análise geral das respostas, segundo os requisitos enunciados por Bardin (2004) e anteriormente referidos.

O tratamento de dados foi efectuado de modo a determinar, para cada questão, a prevalência relativa das diferentes categorias de resposta, utilizando-se para o efeito a frequência absoluta e relativa de cada uma. As frequências absoluta e relativa de cada categoria de resposta foram comparadas com as das restantes categorias da mesma resposta, para ver se a resposta mais frequente era, ou não, a desejada.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1- Introdução

Neste capítulo apresentamos e discutimos os resultados obtidos no estudo 1 relativos à análise de manuais de 9º ano, da disciplina de Ciências Naturais, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel, no tópico relativo aos OGMs (4.2) e no estudo 2, relativo à análise das respostas ao questionário aplicado a uma amostra de alunos do 9º ano do concelho de Penafiel, sobre OGMs (4.3).

4.2 Estudo 1: análise do conteúdo dos manuais escolares em relação aos organismos geneticamente modificados

No estudo com manuais escolares (estudo 1), analisámos os manuais de Ciências Naturais do 9º ano, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel (anexo 1), em relação aos OGMs, segundo dimensões e categorias de análise previamente estabelecidas e validadas por especialistas em educação (anexo 2).

Da análise dos referidos manuais, constatou-se que o número de páginas dedicado a este assunto é de três páginas no manual M3 e menos de duas páginas nos restantes manuais, e que nelas existe texto informativo, imagens e actividades de papel e lápis. O reduzido espaço dedicado aos OGMs vai de encontro a trabalhos de vários autores, nomeadamente quando referem a escassez de espaço e o pouco destaque dado pelos manuais a temas actuais (Tizioto & Araújo, 1997), controversos (Snyder & Broadway, 2004) e sócio-científicos (Reis, 2004).

Nas tabelas seguintes registamos os resultados da análise de manuais relativamente ao conceito de OGM e suas relações com os transgénicos e com outros assuntos (tabela 2); exemplos de OGMs apresentados pelos manuais (tabela 3); os OGMs em Portugal e no mundo (tabela 4); implicações dos OGMs (tabela 5); actividades propostas e recursos sugeridos (tabela

6); imagens utilizadas (tabela 7); os OGMs e a sociedade: perspectivas, monitorização e perspectiva futura (tabela 8).

4.2.1- O conceito de organismo geneticamente modificado e suas relações com outros conceitos e conteúdos

Na tabela 2, registamos o modo como os três manuais se referem ao conceito de OGM, como o relacionam com o conceito de transgénico e com outros temas ou assuntos.

Tabela 2 – O conceito de OGM e suas relações com outros conceitos e assuntos

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|--|---|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Conceito de OGM | Não faz referência ao conceito de OGM | | X | |
| | Refere o acrónimo OGM | | | |
| | Refere o significado do acrónimo OGM | | | X |
| | Define correctamente Organismo Geneticamente Modificado | X | | |
| Relação dos OGMs com organismos transgénicos | Apresenta o conceito de organismo transgénico, mas não o relaciona com o de OGM | | X | |
| | Apresenta OGM como sinónimo de organismo transgénico | | | X |
| | Distingue correctamente OGM de organismo transgénico | | | |
| | Distingue incorrectamente OGM de organismo transgénico | X | | |
| Relação de OGMs com outros temas ou assuntos | Relaciona OGMs com assuntos do quotidiano dos alunos. | X | X | X |
| | Relaciona OGMs com conteúdos de outras disciplinas. | X | | X |
| | Relaciona OGMs com conteúdos de outras unidades didácticas da própria disciplina. | X | X | X |

X – Presença

No que diz respeito à definição de OGM e sua relação com o conceito de transgénico, verifica-se que o manual M1 apresenta a definição correcta do que é um OGM, ao referir que um OGM é um ‘ser vivo cujo genoma é manipulado’, mas não o relaciona correctamente com o

conceito de transgénico pois refere que os 'transgénicos são produtos alimentares obtidos a partir dos OGMs'; o manual M3 apenas refere o significado do acrónimo OGM e considera-o como sinónimo de transgénico; o manual M2 não faz referência ao termo OGM, utilizando o termo 'transgénico'.

A este propósito, é de referir que a equivalência entre os conceitos de OGM e de transgénico, evidenciada pelos manuais M2 e M3, é uma concepção encontrada por Corazza-Nunes *et al.* (2007) e por Pedrancini *et al.* (2007) em alunos do ensino médio e universitário do Brasil, e vai ao encontro das ideias de Leite (1999) e de Stern & Roseman (2004), quando referem que a informação que o manual apresenta nem sempre é correcta, do ponto de vista científico.

Relativamente à ligação da temática ao quotidiano dos alunos e à articulação desta temática com outros assuntos da própria disciplina ou de outras disciplinas, as mesmas são também escassas, o que confirma ideias de Pedrosa & Leite (2005), quando referem o tratamento excessivamente disciplinar e a insuficiente ligação ao quotidiano dos alunos dado pelos manuais a vários assuntos.

No que diz respeito à ligação ao quotidiano dos alunos, apesar de todos os manuais relacionarem os OGMs com aspectos familiares aos alunos, nomeadamente quando referem a produção de vacinas, de hormonas ou de insulina por microrganismos GM, ou quando apresentam exemplos de produtos conhecidos dos alunos (como o milho e o tomate), fazem-no com limitações pois referem a sua existência e raramente explicitam as suas implicações para o quotidiano dos alunos

No caso da produção de vacinas, hormonas ou insulina por microrganismos GM, é dado mais ênfase ao facto de aqueles produtos serem produzidos por microrganismos do que pelo facto de esses organismos serem GM.

Em relação à apresentação de exemplos familiares aos alunos, não é enfatizado, em nenhum dos manuais, o facto de variedades GM daqueles produtos poderem, eventualmente, estar disponíveis no comércio local, na ração dos animais que os alunos comem ou na refeição que os alunos fazem na cantina/restaurante.

A articulação dos OGMs com outros conteúdos da própria disciplina é também limitada. Todos os manuais referem que os OGMs podem ter implicações ao nível do equilíbrio dos ecossistemas, mas fazem-no de forma vaga referindo uma ou outra vantagem e desvantagem

(redução da poluição causada pelo uso de herbicidas e de pesticidas; possível contaminação de variedades não-GM por variedades GM, através da polinização).

Em relação à articulação com outros conteúdos da disciplina, apenas o manual M3 relaciona os OGMs com conceitos básicos de genética, nomeadamente quando apresenta um esquema que ilustra e explica a transferência de um gene presente no ADN da solha para o ADN do morangueiro.

Quanto à articulação com conteúdos de outras disciplinas, os manuais M1 e M3 referem que os OGMs podem contribuir para atenuar a fome em várias regiões do mundo, o que se pode associar ao ensino da temática na disciplina de geografia, mas fazem-no apenas a pontuar esta temática, de forma vaga e sem desenvolvimento, não referindo de que modo os OGMs podem ser um recurso a utilizar no atenuar daquele problema e nem as implicações colaterais que isso pode ter a nível social, político ou económico.

4.2.2- Exemplos de organismos geneticamente modificados

No que concerne aos exemplos de OGMs apresentados nos manuais (tabela 3), eles são variados, havendo exemplos de plantas, animais e microrganismos GM, e diferem de manual para manual.

Relativamente aos exemplos de plantas GM, o milho resistente a pragas é o único exemplo de planta GM que aparece em todos os manuais. Todos os outros exemplos de plantas GM aparecem apenas num único manual: o manual M1 apresenta a soja e algodão resistentes a pragas e ainda o 'arroz dourado'; o manual M2 menciona o tomate com amadurecimento retardado e a banana produtora de vacinas; o manual M3 refere o morango com amadurecimento retardado. Estes exemplos são maioritariamente OGMs pertencentes à primeira geração de OGMs referida por Fernandez-Cornejo & Caswell (2006), com excepção do 'arroz dourado' (manual M1), pertencente à segunda geração e da banana GM produtora de vacinas (manual M3), pertencente à terceira geração.

Em relação aos exemplos de animais GM, o porco GM aparece nos manuais M1 e M3 com diferentes propósitos, ambos relativos à terceira geração de OGMs: no primeiro caso, o exemplo é de porcos produtores de ómega-3 (ácidos gordos insaturados e, por isso, não tão prejudiciais à saúde como os ácidos gordos de porcos não-GM) e, no segundo caso, de porcos

doadores de órgãos (presumindo-se que se destinem a xenotransplantes). O manual M2 apresenta, como exemplo de animal GM, galinhas capazes de produzirem ovos que contêm substâncias de controlo de algumas formas de cancro.

Tabela 3 - Exemplos de OGMs

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|------------------------------|---|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Exemplos de OGMs mencionados | Milho resistente a pragas | X | X | X |
| | Soja resistente a pragas | X | | |
| | Algodão resistente a pragas | X | | |
| | Arroz dourado | X | | |
| | Tomate com amadurecimento retardado | | X | |
| | Banana produtora de vacinas | | X | |
| | Galinhas que põem ovos com proteínas de combate a certas formas de cancro | | X | |
| | Morango com amadurecimento retardado | | | X |
| | Porco para xenotransplantes | | | X |
| | Porco produtor de ómega-3 | X | | |
| | <i>Escherichia coli</i> produtora de insulina | X | | X |
| | Microrganismos produtores de vacinas | | X | X |

X – Presença

Quanto aos exemplos de microrganismos GM, todos os manuais fazem referência a microrganismos GM pertencentes à terceira geração de OGMs referida por Fernandez-Cornejo & Caswell (2006). No entanto, a apresentação destes microrganismos varia consoante o manual: o manual M1 faz referência à *Escherichia coli* produtora de insulina numa página diferente daquela onde surgem os OGMs e sem que haja ligação explícita aos mesmos, de acordo com o seguinte texto ‘a bactéria *Escherichia coli* é capaz de produzir insulina humana porque foi introduzido no seu genoma o gene humano que codifica a síntese desta proteína’; o manual M3 para além de fazer referência, no corpo do texto, a ‘bactérias produtoras de vacinas’, apresenta uma imagem da *Escherichia coli*, relacionada com o texto sobre OGMs e com ligação explícita aos mesmos, pois refere ‘Na área da medicina têm sido desenvolvidos OGMs. A bactéria

Escherichia coli, geneticamente modificada, produz insulina (...). O manual M2 faz referência, no corpo do texto, ao facto de se utilizarem microrganismos GM como produtores de vacinas, hormonas e insulina, de há uns anos a esta parte.

Ainda em relação aos exemplos de OGMs presentes nos manuais, é de referir que a separação em termos gráficos das secções do manual sobre OGMs e sobre clonagem não é evidente, possibilitando que, como resultado de uma leitura menos atenta do manual, haja uma interpretação errada dos exemplos, considerando os clones como OGMs ou transgénicos e, vice-versa.

4.2.3- Os organismos geneticamente modificados em Portugal e no mundo

Outros aspectos relacionados com os OGMs são a ‘situação dos OGM em Portugal e no mundo’ e o ‘enquadramento legal dos OGMs’, os quais apresentamos na tabela 4. Optamos por apresentar estas dimensões em conjunto, uma vez que estão relacionadas sobretudo com aspectos económicos e políticos.

Tabela 4 - Os OGMs em Portugal e no mundo

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|--|--|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Situação dos OGMs em Portugal e no mundo | Refere os OGMs em Portugal | X | | X |
| | Refere os OGMs na Europa | | | |
| | Refere os OGMs no mundo | | | |
| Enquadramento legal dos OGMs | Menciona os normativos legais europeus relativos aos OGMs | | | |
| | Menciona os normativos legais portugueses relativos aos OGMs | | | X |

X – Presença

No que diz respeito à situação dos OGMs em Portugal, os manuais M1 e M3 apresentam as áreas de cultivo de milho GM em Portugal. Em nosso entender, este aspecto não deve ser alheio ao facto de um grupo de activistas contra os OGMs ter destruído um hectare de milho

transgénico em Silves, no Algarve, no verão de 2007, tal como foi amplamente referido na comunicação social. O manual M2 não faz qualquer referência à situação dos OGMs em Portugal. Este facto pode dar resposta a um dos resultados obtido no estudo de Santos (2006) quando refere que a maioria dos alunos não sabe se é legal o cultivo de OGMs em Portugal, mas não responde a outro dos resultados obtidos no mesmo estudo, nomeadamente ao facto de eles desconhecerem se existem OGMs comercializados no país.

Em relação ao enquadramento legal dos OGMs, este aspecto só é referido no manual M3, nomeadamente quando faz referência à rotulagem obrigatória em Portugal de produtos alimentares com mais de 0,5% de OGMs.

Nenhum dos manuais faz qualquer referência à situação dos OGMs fora de Portugal, quer em termos de produção, quer em termos de utilização ou de regulamentação.

4.2.4- Implicações dos organismos geneticamente modificados

Em relação às vantagens e desvantagens dos OGMs apresentadas pelos manuais (tabela 5), verifica-se que as mesmas são feitas de forma pontual; ilustrativa; genérica; desequilibrada, e com baixa estimulação da indagação, uma vez que surgem no manual a título exemplificativo, com informação vaga e aparentemente comprovada, muitas vezes sem que haja equidade entre vantagens e riscos, havendo maior ênfase nas vantagens do que nos riscos.

Tabela 5 - Implicações dos OGMs

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|---|-----------------------------|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Possíveis vantagens do uso dos OGMs | Vantagens a nível ambiental | X | X | X |
| | Vantagens a nível da saúde | X | X | X |
| | Vantagens a nível económico | X | X | X |
| Potenciais riscos do uso dos OGMs mencionados | Riscos a nível ambiental | | | X |
| | Riscos a nível da saúde | X | | X |
| | Riscos a nível económico | X | | |

X – Presença

Estas características ajudam a perceber que os alunos possam ter ideias vagas sobre estes temas, tal como foi detectado nos estudos de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e Pedrancini *et al.* (2007) e convergem para as ideias de vários autores, nomeadamente: Santos (2004), quando refere que os manuais, não estimulam a existência de diferentes perspectivas da realidade, nem promovem o desenvolvimento do espírito científico, nem a existência de debates; Neto & Fracalanza (2003) quando defendem que os manuais consideram o aluno como um receptor passivo da informação fornecida e que esta é antropocêntrica; Martínez-García *et al.* (2003), quando estes referem que as implicações da engenharia genética são referidas, muitas vezes, de forma desequilibrada em termos de vantagem/riscos.

Em concreto, apesar de os manuais analisados referirem as vantagens e os riscos dos OGMs, nas vertentes ambiental, de saúde e económica, fazem-no de forma pontual e acessória.

A nível ambiental, apesar de todos os manuais referirem que o recurso aos OGMs tem como vantagem reduzir a utilização de herbicidas e de pesticidas, com a consequente redução da poluição do solo e da água, apenas o manual M3 apresenta desvantagens dos OGMs a nível ambiental, referindo a possibilidade de o material genético de uma variedade GM poder ser transmitido a uma variedade não-GM através da polinização, sem explicar em que consiste este fenómeno.

A nível de saúde, as vantagens apresentadas pelos manuais estão associadas aos exemplos que apresentam, nomeadamente a produção de vacinas, de hormonas ou de insulina por microrganismos GM (todos os manuais); possibilidade de se efectuarem xenotransplantes a partir do porco (manual M3); produção de gorduras com melhor qualidade nutricional em porcos GM (manual M1); produção de ovos por galinhas GM, os quais contêm substâncias de controlo a certas formas de cancro (manual M2). Em relação às desvantagens da utilização dos OGMs a no campo da saúde, o manual M1 faz referência à possibilidade de riscos, não provados, da utilização dos OGMs, a nível do aparecimento de alergias, da reprodução e de danos em órgãos vitais, enquanto que os outros manuais nada referem a este respeito

Em relação às vantagens a nível económico, também aqui as vantagens dos OGMs estão relacionadas com os exemplos apresentados. Deste modo, é referido o amadurecimento retardado dos frutos (o manual M2 refere o caso do tomate, enquanto que o manual M3 refere o caso do morango), e o facto de os OGMs poderem contribuir para atenuar o problema da fome no mundo (manuais M1 e M3). Em relação às desvantagens dos OGMs a nível económico, o

manual M2 alerta para o risco da dependência económica dos agricultores em relação às empresas produtoras de OGMs.

4.2.5- Actividades propostas e recursos sugeridos pelos manuais

No que concerne às actividades propostas pelo manual (tabela 6), os manuais M1 e M3 propõem actividades de papel e lápis. Estas actividades são, maioritariamente, de tipo repetitivo e de reforço de aprendizagens, havendo, todavia, no caderno de actividades do manual M1 actividades de análise de texto em que, numa ou outra pergunta, é solicitada a opinião pessoal do aluno. Este facto vai de encontro às ideias de Martinez Losada *et al.*, 1999) quando referem que muitas vezes as actividades são de baixo nível cognitivo e de mera confirmação, o que não fomenta o desenvolvimento de capacidades de análise ou de resolução de problemas, nem desafia os alunos a desenvolver o seu sentido crítico ou o raciocínio lógico.

Tabela 6 - Actividades propostas pelos manuais

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|--|------------------------------|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Actividades propostas aos alunos | Exercícios de papel e lápis | X | | X |
| | Trabalho de pesquisa | X | X | |
| | Debate | X | X | X |
| | Cartazes | | | |
| | Apresentação de trabalhos | X | X | |
| Recurso a outras fontes de informação sobre OGMs | Recurso à comunicação social | X | X | X |
| | Recurso à internet | X | X | |
| | Livros temáticos | X | X | |

X – Presença

Os manuais M1 e M2 propõem aos alunos um tipo de actividades diferente, correspondentes a trabalhos de pesquisa longos, com elevado grau de abstracção pouco dirigidos e de morosa discussão, que podem dificultar a sua conclusão em sala de aula. Concretamente, o manual M1, propõe uma pesquisa sobre o contributo do conhecimento

científico, na área da genética, para a sociedade, enquanto que o manual M2 propõe a realização de um trabalho sobre a manipulação genética e como interfere nas opções de todos os cidadãos. Após o trabalho de pesquisa, ambos os manuais recomendam que se proceda à apresentação dos mesmos e ao debate das suas ideias.

Em relação à consulta de outras fontes de informação para procurar conhecimento sobre os OGMs, os manuais M1 e M2 estimulam a consulta de outras fontes de informação, nomeadamente para a realização dos trabalhos de pesquisa, mas não explicitam quais. O manual M3 inclui apenas uma imagem com alguns títulos de notícias de jornais como exemplo de outras fontes de informação.

4.2.6- Imagens veiculadas pelos manuais

Na tabela 7, apresentamos a relação entre as imagens e as concepções dos alunos, uma vez que as imagens nem sempre são neutras, já que podem fomentar a construção de ideias correctas sobre os assuntos, mas também podem induzir ou reforçar concepções alternativas.

Em relação às imagens presentes nos manuais, elas são essencialmente ilustrativas, isto é incluem uma legenda que descreve o que o leitor está a ver mas que não acrescentam informação ao texto que as acompanha (Pozzer & Roth, 2003) e são neutras.

Tabela 7 - Imagens

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|---|---|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Relação entre as imagens e as concepções dos alunos | Susceptíveis de induzir concepções alternativas | X | X | X |
| | Susceptíveis de fomentar a construção de ideias correctas sobre os OGMs | | | X |
| | “Neutra” | X | X | X |

X – Presença

A única imagem não ilustrativa, é uma imagem complementar, isto é, a imagem e a respectiva legenda, acrescentam informação nova e relevante às informações presentes no texto que lhes está associado, facilitando a compreensão pelos alunos dos conceitos que estão a ser leccionados (Pozzer & Roth, 2003). Esta imagem (figura 1) que surge no manual M3, consiste

num esquema explicativo do processo de transferência de um gene da solha para o morangueiro.

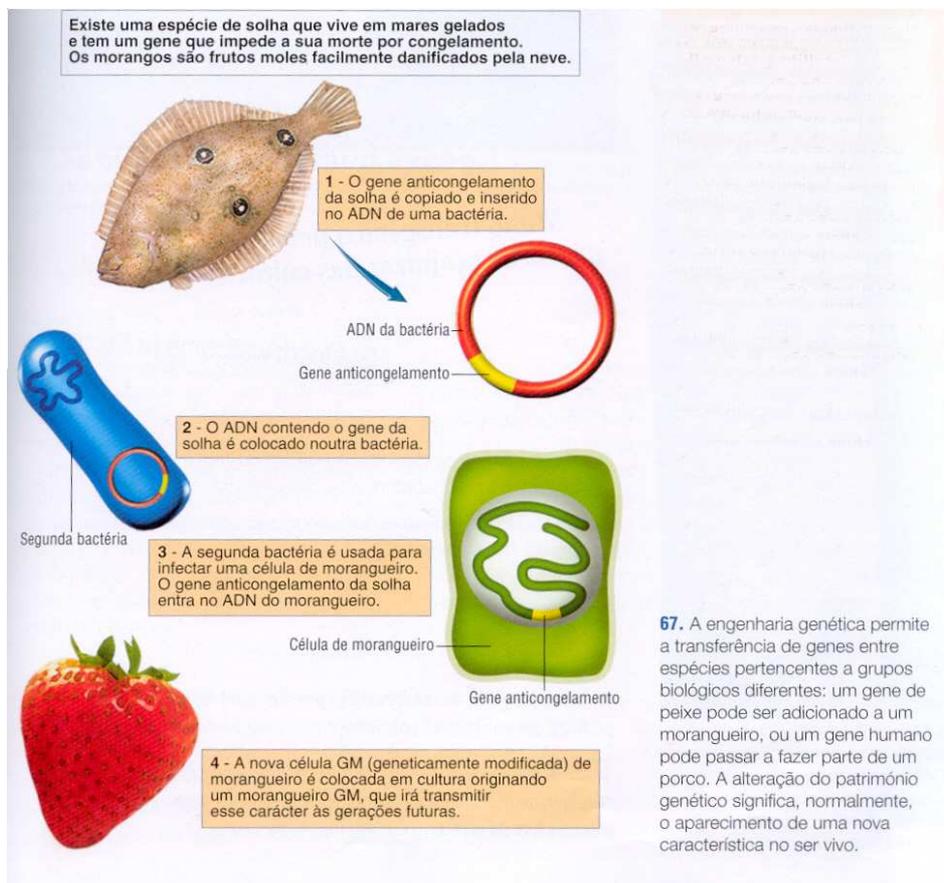


Imagem 1: Imagem presente na página 73 do manual M3 relativa ao processo de transferência de um gene da solha para o morangueiro

Esta imagem, pode facilitar a construção do conhecimento pelo aluno em relação aos processos de obtenção de organismos transgénicos, pois mostra algo que é impossível de observar, o que é uma mais-valia das imagens, tal com consideram Leite & Afonso (2001).

No entanto, esta imagem tem algumas limitações que podem induzir concepções alternativas, nomeadamente: o facto de aquele esquema ser um esquema simplificado; de apenas ser válido para organismos transgénicos e não para todos os OGMs; a ausência da primeira bactéria e de referências à fisiologia bacteriana; o tamanho relativo dos organismos e do material genético; a representação gráfica do material genético não estar de acordo com o modelo cientificamente aceite. Deste modo, o professor deve proceder de forma a que sejam explicitadas as relações representadas entre os diferentes elementos da imagem e assinaladas as limitações da imagem, tal como defendem Leite & Afonso (2001) quando referem que a

análise crítica das imagens pelo professor em conjunto com os alunos é importante, pois permite a detecção de erros e das limitações da imagem.

Ainda em relação às imagens presentes nos manuais analisados, é de referir que, por vezes, a clonagem e os OGMs surgem na mesma dupla página, muitas vezes sem clara separação entre aqueles assuntos, como é o caso dos manuais M1 (figura 2) e M2.



Imagem 2 - Página dupla (84 e 85) do manual M1 com conteúdo relativo aos OGMs e à clonagem

Este facto pode levar a confusão entre aqueles conceitos, sobretudo devido à proximidade das imagens e ao facto de as referências destas nem sempre estarem destacadas no manual. Tais aspectos são considerados por Pozzer & Roth (2003) quando consideram que a inserção de imagens no texto, o local do texto onde se faz referência a cada uma das imagens, a distribuição

e arranjo das imagens na página podem alterar as relações que se podem estabelecer entre as imagens e o texto.

4.2.7- Os organismos geneticamente modificados e a sociedade: reacções, monitorização e perspectiva futura

Em relação às reacções de diferentes grupos sociais perante os OGMs, à monitorização e perspectiva futura dos OGMs (tabela 8), o manual M3 refere a opinião de ambientalistas, de políticos e de cientistas sobre os transgénicos (que o manual considera como sinónimos de OGMs), referindo que os ambientalistas são contra os transgénicos; os políticos são a favor como medida de combate à fome; os cientistas estão divididos entre aqueles que os aceitam e aqueles que defendem que há muito por conhecer relativamente a estes organismos.

Tabela 8 - Os OGMs e a sociedade: reacções, monitorização e perspectiva futura

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|---|----------------|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Reacções aos OGMs | Cientistas | | | X |
| | Políticos | | | X |
| | Cidadãos | | | |
| | ONG | | | |
| | Ambientalistas | | | X |
| Monitorização dos eventuais riscos dos OGMs | Sociedade | | X | X |
| | Cientistas | | | |
| | Políticos | | | |
| | Cidadãos | | | |
| Perspectiva futura de utilização dos OGMs | Na saúde | | | |
| | No ambiente | | | |
| | Na economia | X | X | |

X – Presença

A monitorização dos eventuais riscos dos OGMs é referida pelos manuais M2 e M3, os quais assinalam que a sociedade deve estar atenta aos mesmos, o que no nosso ponto de vista

não significa que haja uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), ou seja, não efectua uma abordagem que promova a mobilização do conhecimento científico e tecnológico, contribuindo para o exercício da cidadania e da resolução de problemas sociais que envolvam a ciência e a tecnologia (Membiela, 2002), mas apenas que estas aplicações da Ciência devem ser acompanhadas pelos cidadãos face aos eventuais riscos que a utilização dos OGMs pode acarretar.

O manual M1 não faz qualquer referência à monitorização dos riscos dos OGMs, mas em contraponto, propõe que os alunos assumam o papel de diversos grupos sociais, promovendo um debate em relação à produção de OGMs, nomeadamente de milho.

No que concerne à perspectiva futura de produção e utilização dos OGMs, os manuais M1 e M2 referem, de forma implícita, que há tendência para uma maior diversificação de OGMs e que a produção e comercialização de OGMs tenderá a aumentar.

No entanto, apesar destas referências, em nenhum dos manuais se verifica a articulação da opinião dos diferentes grupos sociais, com a monitorização dos OGMs ou com a perspectiva futura destes.

Em síntese, os manuais analisados apresentam, de uma forma geral as características evidenciadas na revisão de literatura através dos trabalhos de vários autores. Assim, constata-se que:

- o espaço destinado a estes organismos é escasso, traduzido no número de páginas a eles dedicado;
- só um dos manuais apresenta o conceito de OGM cientificamente correcto;
- nenhum dos manuais apresenta o conceito de transgénico cientificamente correcto;
- nenhum dos manuais estabelece a relação correcta entre OGM e transgénico: o manual M1 considerava que 'os transgénicos são produtos alimentares obtidos a partir dos OGMs' enquanto que os manuais M3 e M2 consideravam OGM e transgénico como termos sinónimos;
- a relação estabelecida pelos manuais entre OGM e transgénico pode induzir ou reforçar concepções alternativas dos alunos;

- existem limitações na ligação ao quotidiano dos alunos;
- a articulação entre os OGMs e outros conteúdos da própria disciplina, ou de outras disciplinas, é reduzida;
- os exemplos de OGMs variam consoante o manual, sendo os mais frequentes de plantas e pertencentes à primeira geração de OGMs;
- a referência à situação dos OGMs em Portugal, está limitada à área de cultivo do milho;
- a referência à regulamentação dos OGMs está limitada à rotulagem obrigatória para produtos alimentares com mais de 0,5% de OGMs;
- as vantagens e desvantagens dos OGMs, são apresentadas de forma pontual, ilustrativa, genérica, desequilibrada e com baixa estimulação da indagação;
- as actividades de pesquisa propostas pelos manuais M1 e Planeta Vivo', são longas, com elevado grau de abstracção, pouco dirigidas e de morosa discussão, que não sabemos se costumam ser efectuados ou não. O manual M3 propõe uma actividade de pesquisa mais simples, mas mais direccionada e mais exequível;
- todos os manuais sugerem que, após o trabalho de pesquisa, se proceda à apresentação e debate dos mesmos;
- as actividades de tipo papel e lápis, são maioritariamente de tipo repetitivo e de reforço de aprendizagens;
- os manuais estimulam a consulta de outras fontes de informação, nomeadamente para a realização dos trabalhos de pesquisa, mas não explicitam quais;
- quase todas as imagens presentes nos manuais são ilustrativas, não acrescentando informação ao texto que as acompanha;
- a única imagem que não é meramente ilustrativa, surge no manual M3 e, se por um lado, pode facilitar a construção do conhecimento pelo aluno em relação aos processos de obtenção de organismos transgénicos, por outro tem limitações que podem induzir ou reforçar concepções alternativas do aluno;

- a localização de assuntos como os OGMs e a clonagem em dupla página e, por vezes, sem separação nítida entre eles, pode levar a confusão entre estes conceitos;
- os manuais fazem referência ao facto de a sociedade dever ter um papel activo na monitorização dos riscos dos OGMs. No entanto, em nenhum dos manuais se verifica a articulação da opinião dos diferentes grupos sociais, com a monitorização dos OGMs ou com a perspectiva futura destes.

4.3- Estudo 2: Concepções e opiniões dos alunos no final do ensino básico sobre organismos geneticamente modificados

Com o objectivo de identificar as concepções e opiniões que os alunos possuem no final do ensino básico sobre OGMs (estudo 2) foi aplicado um questionário a uma amostra de alunos do 9º ano do concelho de Penafiel. Este questionário estava dividido em três partes e abordava: concepções dos alunos em relação aos OGMs, opiniões dos alunos em relação aos OGMs e distinção entre transgénicos e OGMs.

Em relação às concepções dos alunos sobre os OGMs, averiguamos se os alunos já tinham ouvido falar neles (4.3.1), em que contextos isso aconteceu (4.3.2), quais as ideias que os alunos já possuíam em relação a eles (4.3.3) e solicitamos aos alunos que mencionassem alguns dos exemplos de OGMs que eles conheciam (4.3.4).

Quanto às opiniões dos alunos perante os OGMs, identificamos as opiniões dos alunos perante um alimento elaborado com um ingrediente GM (4.3.5), perante um produto não alimentar que apresenta um OGM na sua composição (4.3.6) e o conhecimento e opiniões dos alunos perante as possíveis implicações dos OGMs (4.3.7),

No que diz respeito à distinção entre OGMs e organismos transgénicos, averiguamos se os alunos já tinham ouvido falar em transgénicos (4.3.8), as ideias que tinham sobre o conceito de organismo transgénico (4.3.9) e quais as ideias que tinham acerca da relação entre organismos transgénicos e OGMs (4.3.10).

4.3.1- Familiarização dos alunos com o conceito de organismo geneticamente modificado e contextos onde foi abordado

Relativamente à familiarização dos alunos com o conceito de OGM, os resultados apresentados na tabela 9 revelam que 97,7% dos alunos já tinham ouvido falar em OGMs e apenas quatro alunos referiram não ter ainda ouvido falar em OGMs. Nenhum dos alunos se absteve de responder à questão.

Este facto não é surpreendente pois antes de se aplicar os questionários em cada turma, certificamo-nos, junto do respectivo professore de Ciências Naturais, de que o assunto havia já sido leccionado nas aulas.

Tabela 9 - Alunos que tinham/não tinham ouvido falar em OGMs

| Resposta | Alunos (n= 175) | |
|--------------|--------------------|------|
| | f | % |
| Sim | 171 | 97,7 |
| Não | 4 | 2,3 |
| Não responde | 0 | 0,0 |

Os contextos em que os alunos ouviram falar de OGMs são, como podemos verificar na tabela 10, muito diversificados.

Da análise dos resultados obtidos percebe-se que o principal contexto no qual os alunos ouviram falar de OGMs foi a sala de aula (96,5% dos alunos), contexto do qual não deve ser dissociado o manual escolar (referido por 84,8% dos alunos), o que vem de encontro às ideias de autores como Tormenta (1996), Campanario & Otero (2000), Santos (2001) que dizem que o manual tem um papel central no processo de ensino e aprendizagem.

Em relação aos meios audiovisuais em que os alunos ouviram falar em OGMs, a frequência relativa de cada um é inferior à dos contextos atrás mencionados, concretamente e por ordem decrescente: televisão (42,1% dos alunos), a internet (35,7% dos alunos), os jornais (23,4% dos alunos), as revistas (17,0 % dos alunos), os filmes (16,4% dos alunos), a publicidade (10,5% dos alunos) e rádio (4,1% dos alunos). Deste modo, apesar de os alunos ouvirem falar em OGMs sobretudo nas aulas, não se deve excluir a influência destes meios na aprendizagem desta temática, aspecto que remete para as ideias de Cachapuz *et al.* (2004) quando referem

que ainda durante o ensino formal das ciências, se deve, por exemplo, utilizar os meios de comunicação social, não só com a intenção de tornar o discurso mais motivador, mas também com o propósito de criticar a informação por eles veiculada.

Tabela 10 - Contextos em que os alunos já ouviram falar de OGMs

| Resposta | Alunos (n=171) | |
|--------------|--------------------|------|
| | F | % |
| Aulas | 165 | 96,5 |
| Manual | 145 | 84,8 |
| Televisão | 72 | 42,1 |
| Internet | 61 | 35,7 |
| Conversas | 41 | 24,0 |
| Jornais | 40 | 23,4 |
| Palestras | 35 | 20,5 |
| Revistas | 29 | 17,0 |
| Filmes | 28 | 16,4 |
| Publicidade | 18 | 10,5 |
| Rádio | 7 | 4,1 |
| Outro | 0 | 0,0 |
| Não responde | 0 | 0,0 |

Outros contextos em que os alunos ouviram falar em OGMs foram as palestras (20,5% dos alunos) e as conversas com outras pessoas (24,0% dos alunos).

Salienta-se ainda que as fontes de informação que os alunos normalmente utilizam para desenvolver trabalhos de pesquisa têm frequências baixas, quando comparadas com as aulas ou com o manual (por exemplo: aulas - 96,5%; manual – 84,8%; internet - 35,7%), facto que acentua a preponderância do manual e que pode indiciar a realização de modo pouco apropriado das actividades de pesquisa propostas no manual.

4.3.2- Ideias dos alunos sobre o conceito de organismo geneticamente modificado

A tabela 11 apresenta as frequências absolutas e relativas das ideias dos alunos que referiram já ter ouvido falar de OGMs,.

A resposta cientificamente correcta e adequada a este nível de ensino seria a ideia de que um OGM é um organismo cuja informação genética foi modificada, a qual vai de encontro à definição apresentada por Varzakas *et al.* (2007), segundo os quais um OGM é um organismo cuja informação genética foi alterada de um modo não natural.

Da análise da tabela 11 verifica-se que a resposta correcta é a mais frequente, tendo sido dada por 51,4% dos alunos (88 alunos), o que é exemplificado pelas respostas: 'Um OGM é um organismo onde o seu genoma é alterado' (QC12 – questionário número 12 da turma C) ou 'um OGM é um organismo com alteração de genes' (QE5). Estas ideias estão de acordo com a definição apresentada pelos manuais M1 e M3 e não consta do manual M2.

Tabela 11 - Conceito de OGM

| Categoria | Alunos (n= 171) | |
|--|--------------------|------|
| | F | % |
| Um OGM é um organismo cuja informação genética foi modificada | 88 | 51,4 |
| Um OGM é um organismo modificado | 48 | 27,0 |
| Um OGM é um organismo ao qual foi acrescentado ou retirado um gene | 15 | 8,7 |
| Um OGM é um clone | 9 | 5,3 |
| Um OGM é um organismo não natural | 3 | 1,8 |
| Um OGM é um transgénico | 2 | 1,2 |
| Outro | 4 | 2,3 |
| Não responde | 2 | 1,2 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 27,0% dos alunos (48 alunos) referem que os OGMs são organismos modificados, sem explicarem que essa alteração ocorre a nível genético, o que é exemplificado pela resposta 'um OGM é quando existe um organismo que vai ser modificado, vai ser tornado em outra coisa ou vão mudar algumas características' (QC16). Dos 48 alunos que deram esta resposta, 26 alunos não acrescentam mais informação; 13

alunos referem que essa modificação origina variedades com características diferentes das variedades não modificadas ('um OGM é um organismo ao qual lhe foi adicionada uma nova característica ou características' – QA11); cinco alunos referem que esses organismos são modificados para benefício do Homem ('um OGM é um organismo modificado em laboratório para benefício do Homem' – QA7); quatro alunos referem que são organismo aos quais foi adicionado um ou mais elementos de outro organismo ('um OGM é um organismo ao qual são adicionadas outras células de outros animais, pessoas ou alimentos' - QC13). Neste último caso, parece-nos haver uma aproximação ao conceito cientificamente aceite de transgénico.

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 8,7% dos alunos (15 alunos) referem que os OGMs são organismos aos quais foi acrescentado ou retirado um gene (definição correcta de transgénico), o que é exemplificado pela resposta 'um OGM é um organismo ao qual foi acrescentado um gene de outro ser vivo' (QB19), e que pode ser considerado uma aproximação ao conceito de transgénico. Dos 15 alunos que deram respostas pertencentes a esta categoria, 10 referem 'acrescentado um gene' e cinco referem 'retirado um gene'.

Na quarta categoria de resposta, 5,3% dos alunos (9 alunos) referem que um OGM é um 'clone' ideia possivelmente veiculada pelos manuais escolares M1 e M2, pois o aspecto gráfico destes manuais permite essa associação, já que não há uma separação evidente entre a secção onde se fala de OGMs e a secção onde se fala de clonagem.

Existem ainda outras categorias de resposta apresentadas pelos alunos, nomeadamente: um OGM é um organismo não natural (1,8% dos alunos – três alunos) e um OGM é um 'transgénico' (1,2% dos alunos – dois alunos).

Ainda em relação às ideias de OGMs apresentados pelos alunos, verifica-se que, associando as respostas em que os alunos referem explicitamente que um OGM é um transgénico (1,2% - dois alunos) com as respostas das categorias ' organismos aos quais foi acrescentado ou retirado um gene' (8,7% - 15 alunos) e 'organismo aos quais foi adicionado um ou mais elementos de outro organismo' (2,3% - quatro alunos), nas quais nos parece haver aproximação ao conceito de transgénico adequado a este nível de ensino - organismo cuja informação genética foi alterada por ter recebido um ou mais genes de outro(s) organismo(s), definição apresentada por Corazza-Nunes *et al.* (2007) - teríamos uma categoria de resposta com uma frequência relativa de 12,2% e absoluta de 21 alunos, o que seria a terceira categoria de resposta mais frequente. Este tipo de resposta pode ser influenciado pelos manuais, uma vez

que o manual M2 não refere o termo OGM, utilizando sempre o termo transgênico em sua vez e o manual M3 utiliza o termo transgênico como sinónimo de OGM.

O facto de quase metade dos alunos (48,6%) não ter sido capaz de apresentar a definição correcta de OGM vai de encontro aos estudos de Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Dawson, 2007; Firmino, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Prokop *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008, referidos na revisão de literatura, quando referem que a compreensão científica dos conceitos relacionados com os OGMs é escassa. Segundo o estudo de Usak *et al.* (2009), o desconhecimento em relação a conceitos da biotecnologia e a existência de ideias alternativas, têm a ver com a falta de espaço no currículo de biologia para o ensino da genética.

Deste modo, podemos sintetizar dizendo que, em relação ao conceito de OGM, existem quatro tipos de resposta mais frequentes: aqueles que referem que os OGMs são organismos cuja informação genética foi modificada (categoria mais frequente), as que referem que os OGMs são organismos modificados (sem que especifiquem em que consiste essa modificação), aquelas em que há uma aproximação ao conceito de transgênico e a associação entre OGM e clone.

4.3.3- Exemplos de organismos geneticamente modificados referidos pelos alunos

No que diz respeito aos exemplos de OGMs referidos pelos alunos, que referiram já ter ouvido falar de OGMs, a primeira constatação é a sua grande variedade, podendo-se questionar se houve algum fundamento ao dar o exemplo ou se o mesmo é fruto do acaso, tendo alguns alunos referido exemplos de forma aleatória. Em termos de frequência nota-se que os exemplos mais referidos são, na sua grande maioria, exemplos mencionados nos manuais escolares (por exemplo: milho, 'arroz dourado', tomate, porco).

Atendendo à elevada diversidade de exemplos, optamos por apresentá-los em duas tabelas de registo, uma para os exemplos de plantas (tabela 12) e outra para os exemplos de animais (tabela 13), onde constam as frequências absolutas e relativas dos exemplos dados. Em relação a outro tipo de exemplo, dada a sua baixa frequência, não apresentamos tabela, fazendo apenas uma análise de texto.

Relativamente às plantas/frutos, os exemplos mais frequentes são exemplos fornecidos nos manuais escolares, nomeadamente: milho, exemplo dado por 24,6% dos alunos (42 alunos) - presente em todos os manuais analisados no estudo 1; ‘arroz dourado’, 9,4% dos alunos (16 alunos) - presente no manual M1; tomate, 8,8% dos alunos (15 alunos) - presente no manual M2.

Tabela 12 - Exemplos de plantas GMs

| Exemplos de Plantas | Alunos (n= 171) | |
|---|--------------------|------|
| | F | % |
| Milho | 42 | 24,6 |
| ‘Arroz Dourado’ | 16 | 9,4 |
| Tomate | 15 | 8,8 |
| Cenoura | 13 | 7,6 |
| Algodão | 12 | 7,0 |
| Maçã | 12 | 7,0 |
| Ervilha | 10 | 5,8 |
| Morango | 10 | 5,8 |
| Kiwi | 8 | 4,7 |
| Soja | 6 | 3,5 |
| Alface | 6 | 3,5 |
| Batata | 5 | 2,9 |
| Cereja | 4 | 2,3 |
| Manga | 4 | 2,3 |
| Uvas | 4 | 2,3 |
| Café | 4 | 2,3 |
| Dióspiro | 3 | 1,8 |
| Outros | 7 | 4,2 |
| Não especificam, referem apenas “plantas” | 25 | 14,6 |

Existem ainda outros exemplos de plantas/frutos GM presentes nos manuais e que também surgem nos exemplos dados pelos alunos, nomeadamente: o morango, exemplo apresentado no manual M3 é um exemplo dado por 5,8% dos alunos (10 alunos); o algodão GM

e a soja GM, exemplos dados no manual M1 e presentes no nosso questionário, são referidos por 7,0% dos alunos (12 alunos) e 3,5% dos alunos (6 alunos), respectivamente.

Estas respostas aproximam-se de resultados obtidos nos estudos de Santos (2006), de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e de Pedrancini *et al.* (2008), realizados com estudantes portugueses e brasileiros, quando referem que os exemplos de OGMs mais conhecidos dos alunos são a soja e o milho.

Em relação aos exemplos de animais GM, os exemplos mais dados são o frango e o porco, tal como é apresentado na tabela 13.

Em relação ao frango (exemplo referido por 9,4% dos alunos – 16 alunos), apesar de o manual M2 dar o exemplo de galinhas GM, este facto pode não ser a causa da maior frequência do exemplo, pois muitos alunos referem ‘Frango sem penas’ quando o manual refere que galinhas GM podem pôr ovos com determinados nutrientes. Quanto ao Porco (referido por 6,4% dos alunos – 11 alunos) a elevada frequência do exemplo pode estar relacionada com os exemplos dados nos manuais M1 e M3.

Tabela 13 - Exemplos de animais GMs

| Exemplos de animais | Alunos (n= 171) | |
|---|--------------------|------|
| | F | % |
| Frango | 16 | 9,4 |
| Porco | 11 | 6,4 |
| Rato | 10 | 5,8 |
| Ovelha | 9 | 5,3 |
| Copy Cat (gato clonado) | 2 | 1,2 |
| Snuppy (cão clonado) | 2 | 1,2 |
| Outros | 5 | 3,0 |
| Não especificam, referem apenas ‘animais’ | 7 | 14,1 |

Ainda a propósito dos exemplos de animais GM, é de referir que 5,3% dos alunos (9 alunos) deram, como exemplo de OGM, ‘Ovelha’, o que, quanto a nós, pode resultar de uma associação com a ovelha ‘Dolly’. Esta suspeita é alimentada pelo mediatismo da ovelha ‘Dolly’,

pelo facto de 2,4 % dos alunos (4 alunos) terem dado exemplos de outros clones (2 alunos referem o gato 'Copy Cat' e outros dois referem o cão 'Snuppy') e de 5,8% dos alunos (10 alunos) terem referido 'clonagem' como exemplo de OGM. A ser verdade, constata-se a confusão entre os conceitos de OGM e de clone, para a qual podem ter contribuído os manuais escolares quando não fazem uma separação nítida entre aquelas temáticas, tal como foi evidenciado na figura 2 desta dissertação, onde, curiosamente, surgem imagens dos três clones aqui referidos.

Em relação a outros exemplos de OGMs, é de assinalar a baixa frequência de exemplos de microrganismos GM (1,2% dos alunos – dois alunos) apesar de os mesmos serem referidos em todos os manuais, a propósito da produção de vacinas e de insulina. No entanto é de salientar que, apesar de os exemplos de microrganismos GM serem referidos apenas por dois alunos, 11 alunos (6,4%) referiram 'medicamentos' como exemplos de OGMs. Quanto a nós, este facto pode ter a ver com o modo como o exemplo é apresentados nos manuais escolares, em que se evidencia mais o produto do OGM do que o OGM em si, e com a ênfase da importância que esse produto tem para o Homem, nomeadamente a nível da saúde individual e comunitária.

Sobre o conceito de OGM, podemos considerar em síntese que:

- a quase totalidade dos alunos já tinham ouvido falar em OGM aquando da aplicação do questionário;
- as aulas e o manual escolar são os principais contextos em que os alunos tomam contacto com esta temática;
- cerca de metade dos alunos apresentaram uma definição cientificamente correcta de OGM;
- alguns alunos dão respostas em que parece haver aproximação do seu conceito de OGM ao conceito de transgénico cientificamente correcto e adequado a este nível de ensino;

- um número reduzido de alunos consideram que os OGMs são clones, concepção alternativa para a qual podem ter contribuído os manuais escolares;
- os exemplos de OGMs são muito variados sendo que os mais referidos pelos alunos constam dos manuais escolares;
- o maior número de exemplos de OGMs apresentados pelos alunos é de plantas, sendo o milho o exemplo mais frequente;
- apesar de todos os manuais fazerem referência a microrganismos GM, apenas dois alunos os dão como exemplos.

4.3.4- Opiniões dos alunos em relação a um organismo geneticamente modificado de tipo alimentar

No que diz respeito às opiniões dos alunos, que referiram já ter ouvido falar de OGMs, em relação à compra de óleo alimentar contendo soja GM (tabela 14) verifica-se que a resposta mais frequente é 'talvez' (45,0% dos alunos) e que, em relação aos alunos que assumem uma decisão, a frequência dos alunos que não comprariam aquele alimento (36,9%) é cerca do dobro daqueles que o comprariam (18,1%).

Tabela 14 - Opiniões dos alunos em relação à compra de óleo alimentar, em que na sua composição se utiliza soja GM

| Resposta | Alunos (n= 171) | |
|--------------|--------------------|------|
| | f | % |
| Sim | 31 | 18,1 |
| Talvez | 77 | 45,0 |
| Não | 63 | 36,9 |
| Não responde | 0 | 0,0 |

Estes resultados aproximam-se dos verificados nos estudos de Chern & Rickertsen (2001), Santos (2006); Corazza-Nunes *et al.* (2007); Pedrancini *et al.* (2007); Firmino, (2007)

Saez *et al.* (2008); Pedrancini *et al.* (2007), quando referem que apesar de a maioria dos alunos não rejeitar os OGMs, muitos têm reservas em relação à utilização dos OGMs.

Quanto à fundamentação dada pelos alunos que comprariam o óleo (tabela 15), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGM são tão seguros como os não GM. Esta categoria de resposta, dada por 22,6% dos alunos (7 alunos), é exemplificada pela resposta ‘não vejo qualquer problema em consumir o produto, em que um dos ingredientes é um OGM’ (QB6), sem que os alunos refiram ‘porquê’.

Tabela 15 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que comprariam óleo alimentar contendo soja GM

| Categoria | Alunos (n=31) | |
|--|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs são tão seguros como os não GM | 7 | 22,6 |
| Os alimentos GM são melhores do que os não-GM | 4 | 12,9 |
| A compra do óleo não depende, directamente, da existência do OGM | 3 | 9,7 |
| O alimento tem um ingrediente GM | 2 | 6,5 |
| Actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM | 2 | 6,5 |
| Fundamentação não relacionada | 11 | 35,5 |
| Não responde | 2 | 6,5 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 12,9% dos alunos (4 alunos) referem que os alimentos com OGMs são melhores que os alimentos sem OGMs, o que é exemplificado pela resposta ‘estes produtos podem ser mais saudáveis’ (QB11). Esta resposta aproxima-se de um dos resultados dos estudos de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e de Pedrancini *et al.* (2007) em que os alunos referiram que uma das vantagens dos OGMs é a melhoria nutricional dos alimentos.

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 9,7% dos alunos (3 alunos) utilizam argumentos que não estão directamente relacionados com os OGMs, como o ‘preço’ ou o ‘sabor’, para optarem pela compra deste produto, tal como é exemplificado pela resposta ‘apesar de ser feito com soja geneticamente modificada pode ter o mesmo sabor’ (QA4).

Existem ainda outras categorias de resposta apresentadas pelos alunos, nomeadamente: ‘o alimento tem um ingrediente GM’ (QC9) - (6,5% - dois alunos) sem qualificar esse facto; ‘actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM’ (QA16) - (6,5% - dois alunos).

Muitas das fundamentações para a compra deste óleo não estão relacionadas com a questão, como por exemplo, 'o óleo vegetal é puro' (QD9).

Em relação à fundamentação dada pelos alunos que talvez comprassem o óleo (tabela 16), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs podem ser perigosos para a saúde, o que corresponde a um dos resultados dos estudos de Santos (2006), de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e de Pedrancini *et al.* (2007). Esta categoria de resposta, dada por 41,6% dos alunos (32 alunos), pode ser exemplificada pela resposta, 'este OGM pode causar o aparecimento de novas doenças' (QG13).

Tabela 16 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que talvez comprassem óleo alimentar contendo soja GM

| Categoria | Alunos (n=77) | |
|--|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs podem ser perigosos para a saúde | 32 | 41,6 |
| Os OGMs têm vantagens e desvantagens | 8 | 10,4 |
| A compra do óleo não depende, directamente, da existência do OGM | 8 | 10,4 |
| O alimento tem um ingrediente GM | 7 | 9,1 |
| Os OGMs são tão seguros como os não GM | 5 | 6,5 |
| Os OGMs não são naturais | 3 | 3,9 |
| Os OGMs são melhores do que os não GM | 1 | 1,3 |
| Actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM | 1 | 1,3 |
| Fundamentação não relacionada | 9 | 11,7 |
| Não responde | 3 | 3,9 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 10,4% dos alunos (8) referem que os OGMs têm vantagens e desvantagens, o que é exemplificado pela resposta, 'os OGMs têm vantagens e desvantagens: aumento da produtividade, redução dos riscos; desvantagens: podem causar novas doenças, novos vírus' (QE8).

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 10,4% dos alunos (8) referem que a compra daquele produto não está directamente relacionada com o OGM, mas com outros factores como o 'preço' ou o 'sabor', o que é exemplificado pela resposta 'este óleo pode ter melhor sabor do que o tradicional' (QA9).

Noutra categoria de resposta, 6,5% dos alunos (cinco alunos) referem que os OGMs são tão seguros como os não-GM, o que é exemplificado pela resposta, 'os ingredientes presentes nesta garrafa não vão fazer grande diferença, pois antes de serem vendidos são feitos testes para estes OGMs não afectarem a nossa saúde' (QA23).

Existem ainda outras categorias de resposta apresentadas pelos alunos, nomeadamente: 'o alimento tem um ingrediente GM' (9,1% - sete alunos) sem que qualifiquem esse facto; 'os OGMs não são naturais' (3,9% - três alunos); os OGMs são melhores do que os não-GM (1,3% - um aluno), exemplificado pela resposta, 'pode trazer benefícios no ambiente e na alimentação' (QF7); 'actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM' (QC6) - (1,3% - um aluno).

Muitas das fundamentações para as dúvidas na compra deste óleo não estão relacionadas com a questão, como por exemplo, comprava este óleo 'se precisasse' (QF3) ou 'se não houvesse outro' (QB7).

Ainda em relação aos alunos que referiram que talvez comprassem aquele óleo, é de realçar que a fundamentação por vezes é contraditória em relação à posição assumida, pois alguns alunos consideram os OGMs perigosos e dizem que talvez comprassem o óleo.

Relativamente à fundamentação dada pelos alunos que não comprariam o óleo (tabela 17), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs são perigosos. Esta resposta foi dada por 33,3% dos alunos (21 alunos) e destes, 12 alunos referiram que os OGMs podem ser perigosos para a saúde, exemplificado pela resposta 'estes produtos podem originar novas epidemias e doenças, matando várias pessoas' (QE13); três alunos dizem que são perigosos, sem especificarem porquê; dois alunos defendem que não há certezas em relação à segurança dos OGMs, exemplificado pela resposta 'hoje em dia ainda não se tem muitas informações sobre os seus efeitos' (QF12); dois alunos afirmam que podem conter produtos tóxicos, exemplificado pela resposta, 'os OGMs podem conter substâncias tóxicas que podem ser perigosas' (QF18); dois alunos dizem que podem ser perigosos para a saúde e para o ambiente, exemplificado pela resposta, 'os OGMs podem provocar muitas doenças, acabar com a biodiversidade e provocar muitos problemas desnecessários' (QC3).

Estas respostas estão de acordo com os resultados obtidos em vários estudos, em que os alunos, a propósito da utilização deste tipo de organismos, referiram a existência de efeitos negativos sobretudo na saúde (Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007), mas também no ambiente (Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007).

Tabela 17 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que não compravam óleo alimentar contendo soja GM

| Categoria | Alunos (n=63) | |
|----------------------------------|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs são perigosos | 21 | 33,3 |
| O alimento tem um ingrediente GM | 17 | 27,0 |
| Os OGMs não são naturais | 13 | 20,6 |
| Fundamentação não relacionada | 12 | 19,0 |
| Não responde | 0 | 0,0 |

Outras categorias de resposta que fundamentam a não compra daquele óleo alimentar são, por ordem decrescente: 27,0% dos alunos (17) referem que 'o alimento tem um ingrediente GM' (QA19), mas não qualificam esse facto; 20,6% dos alunos (13) referem que não comprariam aquele óleo alimentar pois os OGMs não são organismos naturais.

Muitas das fundamentações dadas pelos alunos (19,0% - 12 alunos) para a não compra daquele óleo não estão relacionadas com a questão, como por exemplo, 'não compraria a garrafa pois prefiro azeite' (QE6); 'não tenho poder de decisão' (QE14); 'o óleo faz mal à saúde' (QF10).

Em síntese podemos considerar que, em relação à aquisição de um produto alimentar (óleo alimentar) contendo um OGM:

- cerca de metade dos alunos não tem uma posição assumida;
- em relação aos alunos que assumem uma posição, a percentagem dos alunos que referem que não comprariam o óleo em causa é cerca do dobro daqueles que referem que o comprariam;
- como argumentos para a sua decisão;
 - quase metade dos alunos referem possíveis implicações dos OGMs, nomeadamente a nível da segurança/perigosidade.
 - os outros alunos referem, por ordem decrescente de frequência:

- 'o alimento tem um ingrediente GM', sem qualificarem esse facto;
- os OGMs não são organismos naturais;
- argumentos que não estão directamente relacionados com os OGMs, como o sabor ou o preço;
- actualmente quase todos os produtos contêm OGMs (2 alunos).

4.3.5- Opiniões dos alunos em relação a um organismo geneticamente modificado de tipo não alimentar

No que diz respeito às opiniões dos alunos, que referiram já ter ouvido falar de OGMs, em relação à compra de uma t-shirt produzida com fibras de algodão GM (tabela 18), verifica-se que a resposta mais dada é 'sim'. Esta resposta é dada por 42,7% dos alunos, cerca do triplo daqueles que dizem que não comprariam (14,6%). Dos restantes alunos, 42,1% dos alunos referiram que talvez comprassem a t-shirt fabricada com algodão GM.

Tabela 18 - Opiniões dos alunos em relação à compra de uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM

| Resposta | Alunos (n= 171) | |
|------------------------|--------------------|------|
| | f | % |
| Sim | 73 | 42,7 |
| Talvez | 72 | 42,1 |
| Não | 25 | 14,6 |
| Não sabe/ Não responde | 1 | 0,6 |

A exemplo do referido a propósito da opinião dos alunos em relação ao consumo de um OGM de tipo alimentar, também neste caso os resultados se aproximam dos verificados nos estudos de Chern & Rickertsen (2001), Santos (2006); Corazza-Nunes *et al.* (2007); Pedrancini *et al.* (2007); Firmino, (2007) Saez *et al.* (2008); Pedrancini *et al.* (2007), quando referem que

apesar de a maioria dos alunos não rejeitar os OGMs, muitos têm reservas em relação à utilização dos OGMs.

No entanto, comparando a opinião dos alunos perante a t-shirt contendo fibras de algodão GM com a opinião dos mesmos perante o óleo contendo soja GM, verifica-se que, apesar de quase dois terços dos alunos não rejeitar nenhum dos dois, há claramente uma maior receptividade em relação à t-shirt do que em relação ao óleo alimentar (a t-shirt com algodão GM é rejeitada por 14,6% dos alunos enquanto que o óleo contendo soja GM é rejeitado por 36,9% dos alunos). Isto demonstra que houve alunos que mudaram de opinião consoante o tipo de OGM em causa.

Quanto à fundamentação dada pelos alunos que comprariam a t-shirt (tabela 19), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs são tão seguros como os não-GM. Esta categoria de resposta foi dada por 35,6% dos alunos (26 alunos), sendo exemplificada pela resposta, 'não há nenhum mal, que eu conheça, em estar em contacto com os OGMs' (QD3).

Tabela 19 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que comprariam uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM

| Categoria | Alunos (n=73) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs são tão seguros como os não-GM | 26 | 35,6 |
| A compra da t-shirt dependeria de outros factores que não o OGM | 24 | 32,9 |
| Os OGMs são melhores do que os correspondentes não GM | 9 | 12,3 |
| Esta t-shirt tem um constituinte GM | 2 | 2,7 |
| Os OGMs podem ser perigosos para a saúde | 1 | 1,4 |
| A t-shirt não é alimento | 1 | 1,4 |
| Os OGMs têm vantagens e desvantagens | 1 | 1,4 |
| Actualmente quase todos os produtos têm ingredientes GM | 1 | 1,4 |
| Fundamentação não relacionada | 0 | 0,0 |
| Não sabe/ Não responde | 8 | 11,0 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 32,9% dos alunos (24) referem que a compra daquele produto não está directamente relacionada com o OGM, mas com outros

factores como o preço, o conforto ou a estética, o que é exemplificado pela resposta 'porque é mais confortável' (QA11). A frequência desta categoria de resposta vai de encontro a um dos resultados do estudo de Klop & Severiens (2007), quando referem que a opinião perante a biotecnologia depende de factores cognitivos, afectivos e comportamentais.

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 12,3% dos alunos (9) referem que os OGMs são melhores que os organismos não-GM, o que pode ser exemplificado pela resposta, 'penso que as coisas com OGMs são capazes de 'chegar' mais longe' (QE17).

Existem ainda outras categorias de resposta apresentadas pelos alunos, nomeadamente: 'a t-shirt tem um produto GM' (2,7% - dois alunos) sem qualificar esse facto; os OGMs têm vantagens e riscos (1,4% - um aluno), exemplificada pela resposta, 'as t-shirts são fabricadas com algodão GM com a intenção de darem maior conforto, mas por outro lado, podem provocar alergias' (QF15); os OGMs podem ser perigosos para a saúde (1,4% - um aluno) exemplificada pela resposta 'esta t-shirt pode causar doenças' (QB11); a t-shirt não é um alimento (1,4% - um aluno) exemplificada pela resposta, 'o algodão seria para vestir e não para ingerir, logo penso que não me faria mal' (QE6); actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM (1,4% - um aluno).

Em relação à fundamentação dada pelos alunos que talvez comprassem a t-shirt (tabela 20) verifica-se que a categoria de resposta mais frequente, é a de que a compra daquele produto não está directamente relacionada com o OGM, mas com outros factores como o preço, o conforto ou a estética, o que é exemplificado pela resposta, 'talvez comprasse uma t-shirt deste tipo, pois se comercializam peças de vestuário fabricadas com fibras de algodão geneticamente modificado, talvez tenham maior conforto' (QE7).

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 18,1% dos alunos (13) referem que os OGMs podem ser perigosos, corresponde a um dos resultados dos estudos de Santos (2006), de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e de Pedrancini *et al.* (2007). Esta categoria de resposta é exemplificada pela resposta, 'estas t-shirts podem trazer alguns riscos' (QA21). Dos 13 alunos que deram respostas desta categoria, 11 alunos referiram que os OGMs podem ser perigosos para a saúde, exemplificado pela resposta, 'ao modificar as peças de vestuário e utilizar algodão GM podia ser prejudicial para a pele' (QC18) e dois alunos não especificaram quais seriam os perigos causados pelo algodão GM.

Tabela 20 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que talvez comprassem uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM

| Categoria | Alunos (n=72) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| A compra dependeria de outros factores que não o OGM | 19 | 26,4 |
| Os OGMs podem ser perigosos | 13 | 18,1 |
| Não há certeza em relação à segurança no consumo dos OGMs | 7 | 9,7 |
| Os OGMs são iguais aos não GM | 5 | 6,9 |
| Esta t-shirt tem um ingrediente GM | 4 | 5,6 |
| A t-shirt não é alimento | 4 | 5,6 |
| Os OGMs têm vantagens e desvantagens | 3 | 4,2 |
| Os OGMs são melhores do que as variedades não-GM | 2 | 2,8 |
| Os OGMs não são naturais | 2 | 2,8 |
| Actualmente quase todos os produtos têm ingredientes GM | 1 | 1,4 |
| Não relacionada | 5 | 6,9 |
| Não sabe/ Não responde | 7 | 9,7 |

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 9,7% dos alunos (7) referiram que não há certeza em relação à segurança no consumo dos OGMs, o que é exemplificado pela resposta, 'não sei os riscos que provavelmente teria em usar a t-shirt, por isso não sei se arriscava' (QE24).

Na quarta categoria de resposta mais frequente, 6,9% dos alunos (5) referiram que os OGMs são iguais aos não-GM, o que pode ser exemplificado pela resposta, 'talvez comprasse t-shirts deste tipo porque acho que as fibras de algodão GM não devem ter qualquer efeito para a saúde' (QB12).

Existem ainda outras categorias de resposta apresentadas pelos alunos, nomeadamente e por ordem decrescente: a t-shirt em causa tem um ingrediente GM (5,6% - quatro alunos) sem qualificar esse facto; a t-shirt não é um alimento (5,6% - quatro alunos), o que pode ser exemplificado pela resposta 'as t-shirts não prejudicam a saúde como o óleo, penso que não existiriam problemas em a comprar' (QF1); os OGMs têm vantagens e desvantagens (4,2% - três alunos) o que pode ser exemplificado pela resposta, 'as t-shirts que contêm OGMs podem trazer benefícios como também podem causar diversas doenças' (QG18); os OGMs são melhores do

que os não-GM (2,8% - dois alunos), o que pode ser exemplificado pela resposta, ‘as t-shirts com fibras de algodão GM podem ser mais confortáveis’ (QC4); os OGMs não são naturais (2,8% - dois alunos); actualmente, quase todos os produtos têm ingredientes GM (1,4% - um aluno).

Muitas das fundamentações dadas pelos alunos (6,9% - cinco alunos) para a compra desta t-shirt não estão relacionadas com a questão, como por exemplo, ‘não compraria t-shirt da marca apresentada, mas talvez comprasse de outra marca’ (QG7).

Relativamente à fundamentação dada pelos alunos que não comprariam a t-shirt (tabela 21), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs podem ser perigosos, o que corresponde a um dos resultados dos estudos de Santos (2006), de Corazza-Nunes *et al.* (2007) e de Pedrancini *et al.* (2007), Esta categoria de resposta foi dada por 28,0% dos alunos (7 alunos), dos quais seis referiram que os OGMs podem ser perigosos para a saúde, exemplificada pela resposta, ‘ não compraria esta t-shirt porque poderia provocar alergias ou novas doenças’ (QE12), enquanto que o outro aluno não especificou a resposta.

Tabela 21 - Fundamentação dos alunos que afirmaram que não compravam uma t-shirt, em cuja composição se utiliza algodão GM

| Categoria | Alunos (n=25) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs podem ser perigosos | 7 | 28,0 |
| Esta t-shirt tem um ingrediente GM | 6 | 24,0 |
| A compra da t-shirt dependeria de outros factores que não o OGM | 4 | 16,0 |
| Os OGMs não são naturais | 2 | 8,0 |
| Não relacionada | 6 | 24,0 |
| Não sabe/ Não responde | 0 | 0,0 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 24,0% dos alunos (6) referem que a t-shirt em causa tem um ingrediente GM, sem qualificar esse facto.

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 16,0% dos alunos (4) referiram argumentos que não estão directamente relacionados com os OGMs, como o preço ou a qualidade, como se exemplifica pela resposta, ‘ sendo modificados, a t-shirt não teria a mesma qualidade’ (QC10).

Existem ainda uma outra categoria de resposta, nomeadamente 'os OGMs não são naturais' a qual foi dada por 8,0% dos alunos (2).

Muitas das fundamentações (24,0% - seis alunos) para a compra desta t-shirt não estão relacionadas com a questão, como por exemplo, 'não comprava esta t-shirt porque poderia ter algum componente estragado' (QB22).

Em síntese, podemos considerar que, em relação à aquisição de um produto não alimentar (t-shirt) contendo um OGM:

- cerca de metade dos alunos não tem uma posição assumida;
- em relação aos alunos que assumem uma posição, a percentagem dos alunos que referem que comprariam a t-shirt em causa é cerca do triplo daqueles que referem que não a comprariam;
- como argumentos para a sua decisão;
 - quase metade dos alunos referem possíveis implicações dos OGMs, em termos de segurança/perigosidade (apesar de quase metade dos alunos continuarem a fundamentar a sua opinião deste modo, eles consideram a t-shirt com algodão GM mais segura do que o óleo de soja GM);
 - Mais de um quarto dos alunos apresentam argumentos que não estão directamente relacionados com os OGMs, como a estética ou o preço (uma frequência maior do que em relação ao óleo GM);
 - Outros argumentos são, por ordem decrescente de frequência:
 - 'o alimento tem um ingrediente GM', sem qualificarem esse facto;
 - a t-shirt não é um alimento ;
 - os OGMs não são organismos naturais;
 - actualmente quase todos os produtos contêm OGMs.

4.3.6- Conhecimentos e opiniões dos alunos perante as implicações dos organismos geneticamente modificados

No que diz respeito aos conhecimentos e opiniões os dos alunos, que referiram já ter ouvido falar de OGMs, em relação às implicações dos OGMs, foi apresentado aos alunos um diálogo entre cinco personagens (Manuel, Rita, Mariana, Pedro e Rui), as quais exprimiam uma determinada opinião sobre os OGMs (tabela 22). Os alunos deveriam assinalar qual a personagem com quem se identificavam mais (Manuel, Rita, Mariana, Pedro, Rui).

Na análise destas questões optamos por apresentar uma tabela (tabela 22) com as frequências absolutas e relativas de cada uma das cinco respostas possíveis, correspondentes às diferentes personagens do diálogo apresentado no questionário.

A fundamentação daquela resposta é apresentada em diferentes tabelas (tabelas 23, 24, 25, 26 e 27) onde constam as frequências das diferentes categorias de resposta.

Da análise dos resultados apresentados na tabela 22 verifica-se que as personagens com quem os alunos mais se identificam são o Pedro (35,1% dos alunos) e a Mariana (34,5%). O Pedro defendia que 'os OGMs resultam de interferência intencional do Homem na natureza e, como tal, devem ser recusados'; a Mariana defendia que 'os OGMs comportam riscos para a saúde e o ambiente'.

Tabela 22 – Opiniões dos alunos em relação às implicações dos OGMs e sua relação com as personagens do texto apresentado no questionário

| Resposta | Alunos (n= 171) | |
|--|--------------------|------|
| | f | % |
| Manuel (desconhecia que os OGMs podem trazer benefícios às populações) | 4 | 2,3 |
| Rita (os OGM podem trazer vantagens em diferentes áreas, como a saúde, o ambiente ou actividades económicas) | 27 | 15,8 |
| Mariana (os OGMs comportam riscos para a saúde e o ambiente) | 59 | 34,5 |
| Pedro (os OGMs resultam de interferência intencional do Homem na natureza e, como tal, devem ser recusados) | 60 | 35,1 |
| Rui (não há diferenças importantes entre organismos GM e não-GM, pelo que o factor económico é o mais determinante na escolha) | 21 | 12,3 |

As outras personagens referidas pelos alunos foram, por ordem decrescente, a Rita (15,8%) que defendia que os OGM podem trazer vantagens em diferentes áreas, como a saúde, o ambiente ou actividades económicas; o Rui (12,3%), que defendia que não há diferenças importantes entre organismos GM e não-GM, pelo que o factor económico é o mais determinante na escolha; o Manuel (2,3%) que desconhecia que os OGMs podem trazer benefícios às populações.

Estes dados demonstram a fraca coerência das respostas dos alunos em relação aos OGMs pois é frequente que a opinião varie consoante as circunstâncias, uma vez que as respostas dadas neste caso nem sempre são coerentes com a resposta dada no caso do óleo de soja GM e da t-shirt com algodão GM. Neste caso os alunos acentuaram a possibilidade de riscos na utilização dos OGMs para a saúde e o ambiente, quando nas situações anteriores a maioria não rejeitou o uso de OGMs. Por outro lado, o aspecto ético da utilização dos OGMs é frequente nesta situação e muito rara nas situações anteriores.

Da análise das fundamentações dadas pelos alunos que se identificaram com a opinião da personagem 'Manuel' (tabela 23), verifica-se que as mesmas são demasiado vagas, pois dois alunos apenas referem que concordam com a opinião da personagem (desconhecia que os OGMs podem trazer benefícios às populações); um aluno apenas refere que os OGMs têm vantagens; um aluno diz que não está interessado no assunto.

Tabela 23 - Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'Manuel'

| Categoria | Alunos (n=4) | |
|--|-----------------|----|
| | f | % |
| A opinião da personagem é idêntica à minha | 2 | 50 |
| Os OGMs têm muitas vantagens | 1 | 25 |
| Não tenho interesse no assunto | 1 | 25 |
| Fundamentação não relacionada | 0 | 0 |

Uma vez que todos os manuais referem vantagens dos OGMs, percebe-se a baixa frequência de alunos que concordem com a opinião da personagem 'Manuel'. No entanto, o tipo de fundamentação apresentado pode ser devido à baixa estimulação da indagação

proporcionada pelos manuais, bem como à falta de interesse destes alunos, nomeadamente daquele que referiu isso explicitamente.

Da análise das fundamentações dadas pelos alunos que se identificaram com a personagem 'Rita' (tabela 24), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs têm muitas vantagens, sem que se especifiquem quais. Esta categoria de resposta dada por 63,0% dos alunos (17 alunos) que se identificaram com a personagem 'Rita' é exemplificada pela resposta seguinte 'acho que os OGMs podem ser muito úteis na sociedade' (QD13).

Tabela 24 - Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'Rita'

| Categoria | Alunos (n=27) | |
|--|------------------|------|
| | F | % |
| Os OGMs têm muitas vantagens | 17 | 63,0 |
| A opinião da personagem é idêntica à minha | 5 | 18,5 |
| Os OGMs podem atenuar a fome no mundo | 2 | 7,4 |
| Fundamentação não relacionada | 1 | 3,7 |
| Não responde | 2 | 7,4 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 18,5% dos alunos (5) referem que 'a opinião da personagem é idêntica à minha', ou seja, os OGMs podem trazer vantagens em diferentes áreas, como a saúde, o ambiente ou actividades económicas

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 7,4% dos alunos (2) referem que os OGMs podem atenuar a fome no mundo, o que pode ser exemplificado pela resposta 'os OGMs podem ser úteis para diminuir a fome no mundo' (QA15).

Da análise das fundamentações dadas pelos alunos que se identificaram com a personagem 'Mariana' (tabela 25), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a de que os OGMs têm riscos, a qual foi dada por 50,8% dos alunos (30 alunos). Dos 30 alunos que deram este tipo de resposta, 12 alunos referiram riscos a nível da saúde e do ambiente, o que pode ser exemplificado pela resposta 'acho que a utilização dos OGMs comporta vários riscos para a saúde das pessoas e o ambiente' (QF5); cinco alunos referiram exclusivamente riscos a

nível de saúde, exemplificando-se com a resposta, ‘os OGMs trazem vários riscos para a saúde das pessoas’ (QE14); um aluno referiu exclusivamente riscos a nível ambiental, exemplificando-se pela resposta, ‘os OGMs podem ser prejudiciais para o ambiente’ (QG17) e 12 alunos não especificam, referindo apenas que a utilização dos OGMs traz riscos.

Tabela 25 - Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem ‘Mariana’

| Categoria | Alunos (n=59) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs têm riscos | 30 | 50,8 |
| Os OGM têm vantagens e inconvenientes | 19 | 32,2 |
| A opinião da personagem é idêntica à minha | 4 | 6,8 |
| Não tenho interesse no assunto | 1 | 1,7 |
| Os OGMs podem atenuar a fome no mundo | 1 | 1,7 |
| Os OGMs podem ser bons para a saúde e para o ambiente | 1 | 1,7 |
| Fundamentação não relacionada | 0 | 0,0 |
| Não responde | 3 | 5,1 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 32,2% dos alunos referem que os OGMs têm vantagens e inconvenientes, sem que especifiquem quais, o que é exemplificado pela resposta ‘os OGMs podem trazer vantagens, mas também podem ser prejudiciais’ (QA15).

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 6,8% dos alunos referem que ‘a opinião da personagem é idêntica à minha’, ou seja, ‘os OGMs comportam riscos para a saúde e o ambiente’.

Existem ainda outras categorias de resposta dadas pelos alunos, nomeadamente: ‘não tenho interesse no assunto’ (QA18) - (1,7% - um aluno); ‘os OGMs podem atenuar a fome no mundo’ (QG9) - (1,7% - um aluno) e ‘os OGMs podem ser bons para a saúde e para o ambiente’ (QG11) - (1,7% - um aluno). Estas duas últimas categorias de resposta são contraditórias em relação à opinião da personagem indicada, o que poderá ser devido a alguma desatenção do aluno, mas também à falta de treino dos alunos no que diz respeito à reflexão e verbalização e das suas ideias, falha que pode ter o contributo do manual, uma vez que os manuais analisados não promovem aquelas capacidades.

Da análise das fundamentações dadas pelos alunos que se identificaram com a personagem 'Pedro' (tabela 26), verifica-se que a categoria de resposta mais frequente é a 'não concordo com a interferência do Homem na natureza'. Esta resposta, dada por 76,7% dos alunos (46 alunos), que se identificaram com a opinião da personagem 'Pedro', é exemplificada pela seguinte resposta, 'o Homem não tem o direito de modificar a natureza' (QG2).

Tabela 26 - Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'Pedro'

| Categoria | Alunos (n=60) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| Não concordo com a interferência do Homem na natureza | 46 | 76,7 |
| É necessária mais informação sobre os OGMs | 5 | 8,3 |
| A opinião da personagem é idêntica à minha | 3 | 5,0 |
| Os OGMs podem trazer riscos para o ambiente | 2 | 3,3 |
| Não tenho interesse no assunto | 1 | 1,7 |
| Fundamentação não relacionada | 0 | 0,0 |
| Não responde | 3 | 5,0 |

Na segunda categoria de resposta mais frequente, 8,3% dos alunos (5 alunos) referem que ainda não se conhece tudo sobre os OGMs, o que é exemplificado pela seguinte resposta, 'ainda não se sabe muito sobre o assunto' (QC19).

Na terceira categoria de resposta mais frequente, 5,0% dos alunos (3 alunos) referem apenas que 'a opinião da personagem é idêntica à minha', ou seja, os OGMs resultam de interferência intencional do Homem na natureza e, como tal, devem ser recusados.

Na quarta categoria de resposta, 3,3% dos alunos (2 alunos) referem que 'os OGMs podem trazer riscos para o ambiente'.

Existe ainda uma outra categoria de resposta dadas pelos alunos, pois um dos alunos respondeu 'não tenho interesse no assunto' (QA12).

A existência das categorias de respostas 'é necessária mais informação sobre os OGMs' (8,3% - cinco alunos) e 'os OGMs podem trazer riscos para o ambiente' (3,3% - dois alunos) na fundamentação desta resposta é uma contradição em relação à opinião da personagem escolhida e que pode ser devida à falta de actividades/estratégias promotoras da indagação por parte dos manuais.

Da análise das fundamentações dadas pelos alunos que se identificaram com a personagem 'Rui' (tabela 27), verifica-se que as duas categorias de resposta mais frequentes são 'a opinião da personagem é idêntica à minha', ou seja, 'não há diferenças importantes entre organismos GM e não-GM, pelo que o factor económico é o mais determinante na escolha' e a categoria 'o importante é o preço do produto', esta última exemplificada pela resposta 'para mim tanto faz ser OGM como não, desde que seja mais barato' (QD17). Cada uma destas respostas foi dada por 28,6% dos alunos (6 alunos) que se identificam com a opinião da personagem 'Rui'.

Tabela 27 - Fundamentação dos alunos que se identificaram com a personagem 'Rui'

| Categoria | Alunos (n=21) | |
|---|------------------|------|
| | f | % |
| A opinião da personagem é idêntica à minha | 6 | 28,6 |
| O importante é o preço do produto final | 6 | 28,6 |
| Não tenho interesse no assunto | 2 | 9,5 |
| Os OGMs são equivalentes aos não-GM | 2 | 9,5 |
| O importante é a qualidade do produto final | 2 | 9,5 |
| Fundamentação não relacionada | 1 | 4,8 |
| Não responde | 2 | 9,5 |

Outras categorias de resposta foram, por ordem decrescente: 'não tenho interesse no assunto' (9,5% - seis alunos); os OGM são equivalentes aos não-GM (9,5% - dois alunos) exemplificando-se através da resposta 'os OGMs são iguais aos organismos que não são GM' (QB25); 'o importante é a qualidade do produto final' (QA9), resposta dada por dois alunos (9,5%)

Em síntese, verifica-se, que as personagens com as quais os alunos mais se identificam são o Pedro e a Mariana, os quais se manifestam renitentes ao uso dos OGMs pois os mesmos resultam de interferência intencional do Homem na natureza (opinião do 'Pedro') e comportam riscos para a saúde e o ambiente (opinião da 'Mariana').

No entanto, a fundamentação apresentada pelos alunos é, de uma forma geral, vaga, genérica e pouco acrescenta em relação à opinião da personagem (dos 171 alunos, 11,4% - 20 alunos, dão respostas do género 'a opinião da personagem é igual à minha'), o que vai de encontro a um dos resultados dos estudos de Corazza-Nunes *et al.* (2007), de Pedrancini *et al.* (2007), quando referem que os alunos fundamentam de forma vaga a opinião que têm em relação aos OGMs. A este aspecto não será alheio o facto de os manuais fazerem poucas referências às vantagens e riscos dos OGMs e fazerem-no, também, a título exemplificativo, de forma vaga e genérica e apresentando-se como dados adquiridos, pouco contribuindo para o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos e para que estes tenham uma opinião devidamente fundamentada em relação aos OGMs.

O reduzido espaço para o debate e a indagação também podem contribuir para este tipo de fundamentação, uma vez que a sua incrementação levaria os alunos a argumentar, a expressar e a discutir as suas ideias, construindo uma opinião mais fundamentada. Este é um dos aspectos referidos no estudo de Klop & Severiens (2007).

Para além disso, verifica-se que, por vezes, existe contradição entre a personagem escolhida e a fundamentação apresentada, aspecto para o qual podem contribuir os manuais devido à falta de promoção da indagação.

4.3.7 Familiarização dos alunos com o conceito de organismo transgénico

A tabela 28, que se segue, apresenta as frequências absolutas e relativas dos alunos que já tinham ouvido falar em transgénicos e dos que ainda não tinham ouvido, aquando da aplicação do questionário.

Da análise dos resultados apresentados na tabela 28, verifica-se que 54,8% dos alunos já tinham ouvido falar em transgénico e 44,6% não. Este resultado pode ser considerado surpreendente pois todos os manuais que serviram de apoio aos alunos no ensino das ciências referem o conceito de transgénico (ainda que não esteja cientificamente correcto).

No entanto, o pouco destaque dado a este conceito e à relação que se pode estabelecer entre os organismos transgénicos e os OGMs pode explicar estes resultados. Por outro lado o facto de o termo 'transgénico' não ser tão intuitivo como 'organismo geneticamente modificado'

também pode ajudar a explicar este resultado e as diferenças existentes entre o número de alunos que afirmou já ter ouvido falar em OGMs (97,7%) e em transgênicos (54,8%).

Tabela 28 - Alunos que já ouviram falar em transgênicos

| Resposta | Alunos (n=175) | |
|--------------|-------------------|------|
| | f | % |
| Sim | 96 | 54,8 |
| Não | 78 | 44,6 |
| Não responde | 1 | 0,6 |

A tabela 29 apresenta as frequências absolutas e relativas às ideias dos alunos, que referiram já ter ouvido falar de transgênicos, sobre o conceito de transgênico.

Da análise da tabela 29, verifica-se que a resposta correcta (transgênico é um organismo que recebeu um ou mais genes de outros organismos) é a segunda mais frequente, tendo sido dada por 11,5% dos alunos (11 alunos), a qual é exemplificada pela resposta, 'os transgênicos são organismos onde é introduzido material genético de outros organismos' (QC1).

A categoria de resposta mais frequente foi dada por 37,5% dos alunos (36 alunos) que afirmaram que um transgênico é um organismo cuja informação genética foi modificada, a qual é exemplificada pela resposta 'os transgênicos são organismos geneticamente modificados' (QD9).

Outras categorias de respostas obtidas são, por ordem decrescente: um transgênico é um organismo obtido a partir dos OGMs (10,4% - 10 alunos) exemplificada pela resposta, 'um transgênico é um organismo feito a partir de organismos geneticamente modificados' (QB5); um transgênico é um organismo modificado, mas não explicitam a modificação (10,4% - 10 alunos), exemplificada pela resposta. 'na minha opinião os organismos transgênicos são organismos geneticamente modificados' (QB12); um transgênico é um organismo ao qual foi adicionado um elemento externo (4,2% - quatro alunos), exemplificada pela resposta, 'um transgênico forma-se quando se retira uma célula num organismo e se a coloca noutra' (QE9); um transgênico é um alimento GM (4,2% - quatro alunos) exemplificada pela resposta, 'transgênico é o nome que se dá aos OGMs a partir do momento em que entram na nossa alimentação' (QC7). Em relação a esta última categoria de resposta, a associação do termo 'transgênico' a produtos alimentares é uma ideia errada, veiculada explicitamente pelo manual M1 quando refere que 'Os produtos

alimentares produzidos pelos OGMs, são denominados alimentos transgénicos' (P.84), mas também por todos os manuais, nomeadamente através dos exemplos que fornecem, que são na sua maioria de tipo alimentar.

Numa última categoria de resposta, incluímos as respostas que associam os transgénicos a clones (2,1% - dois alunos), a qual é exemplificada pela resposta, ' os transgénicos são clones, em que a um ser vivo é retirado o ADN, formando-se um novo ser vivo a partir de uma célula' (QA21).

Tabela 29 - Conceito de transgénico

| Categoria | Alunos (n= 96) | |
|--|-------------------|------|
| | f | % |
| Organismo geneticamente modificado | 36 | 37,5 |
| Organismo ao qual foi acrescentado um gene ou mais | 11 | 11,5 |
| Organismo obtido a partir dos OGMs | 10 | 10,4 |
| Organismo modificado | 10 | 10,4 |
| Organismo ao qual foi adicionado um elemento externo | 4 | 4,2 |
| Alimento GM | 4 | 4,2 |
| Clone | 2 | 2,1 |
| Outro | 7 | 7,3 |
| Não responde | 12 | 12,5 |

O facto de apenas 11,5% dos alunos ter sido capaz de apresentar a definição correcta de transgénico está de acordo com resultados dos estudos de Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Dawson, 2007; Firmino, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Prokop *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008, nomeadamente quando constatarem que a compreensão científica deste tipo de conceitos é escassa. De acordo com o estudo de Usak *et al.* (2009), este facto pode ser atribuído à falta de espaço no currículo de biologia para o ensino da genética.

Relacionando estas ideias com o conteúdo dos manuais escolares, podemos inferir que as mesmas podem ser veiculadas pelos manuais escolares, uma vez que elas surgem explícita ou implicitamente no manual, quer através do texto, quer através do grafismo.

4.3.8- Ideias dos alunos sobre a relação entre organismos geneticamente modificados e transgênicos

No que diz respeito às ideias dos alunos, que referiram já ter ouvido falar de transgênico, sobre a existência de relação entre OGMs e transgênicos optamos por apresentar uma tabela (tabela 30) com as frequências absolutas e relativas de cada uma das três respostas possíveis (sim, tenho dúvidas, não).

A fundamentação dos alunos que reconheceram a existência de relação entre aqueles conceitos ou que manifestaram dúvidas nessa relação é apresentada em tabelas parcelares (tabelas 31 e 32). Em relação à fundamentação dos alunos que referiram não haver relação entre os conceitos não apresentamos tabela, pois nenhum dos alunos fundamentou a resposta.

Da análise dos resultados apresentados na tabela 30 verifica-se que a resposta mais dada é 'sim'. Esta resposta é dada por 60,0% dos alunos. Em relação às restantes respostas, 34,7% dos alunos manifestaram ter dúvidas na existência dessa relação e 2,1% (2 alunos) referiram não haver relação entre aqueles conceitos.

Tabela 30 - Relação entre OGMs e organismos transgênicos

| Resposta | Alunos (n= 95) | |
|---------------|-------------------|------|
| | f | % |
| Sim | 57 | 60,0 |
| Tenho dúvidas | 33 | 34,7 |
| Não | 2 | 2,1 |
| Não responde | 3 | 3,2 |

Da análise da tabela 31 verifica-se que a resposta correcta (Um OGM é um organismo cuja informação genética foi modificada, enquanto que um transgênico é um tipo de OGM que recebeu um ou mais genes de outros organismos) é a quarta mais frequente, tendo sido dada apenas por dois alunos que consideraram haver relação entre os conceitos e que pode ser exemplificada pela resposta 'os transgênicos podem ser OGMs, mas não ao contrário, porque adquirem outros genes que podem ser doutra espécie'. Este facto está em concordância com estudos de vários autores, nomeadamente Santos, 2006; Corazza-Nunes *et al.*, 2007; Dawson, 2007; Firmino, 2007; Pedrancini *et al.*, 2007; Prokop *et al.*, 2007; Pedrancini *et al.* 2008,

referidos na revisão de literatura, segundo os quais a compreensão científica deste tipo de conceitos é escassa. Segundo o estudo de Usak *et al.* (2009), uma das causas para o desconhecimento de conceitos relacionados com a biotecnologia é a falta de espaço no currículo de biologia para o ensino da genética.

Tabela 31 - Fundamentação dos alunos que consideraram haver relação entre OGMs e transgénicos

| Categoria | Alunos (n= 57) | |
|---|-------------------|------|
| | f | % |
| Transgénicos e OGMs são sinónimos | 37 | 64,9 |
| Os OGMs produzem transgénicos | 8 | 14,0 |
| Os transgénicos são os OGMs que entram na nossa alimentação | 4 | 7,0 |
| Um OGM é um organismo cuja informação genética foi modificada, enquanto que um transgénico é um tipo de OGM que recebeu um ou mais genes de outro(s) organismo(s) | 2 | 3,5 |
| Outro | 1 | 1,8 |
| Não responde | 5 | 8,8 |

A categoria de resposta mais frequente foi dada por 64,9% dos alunos (37 alunos), que afirmaram que OGMs e transgénicos são sinónimos. Este tipo de resposta é exemplificado pela resposta ‘tanto um como o outro, são geneticamente modificados’ (QB14) o que é uma ideia veiculada pelos manuais escolares, nomeadamente os manuais M2 e M3. Dos 37 alunos que deram respostas pertencentes a esta categoria, nove alunos não justificam porquê, exemplificando-se através da resposta ‘os transgénicos são a mesma coisa que OGMs’; 18 alunos justificam-no dizendo que ambos são geneticamente modificados, exemplificando-se pela resposta, ‘os OGMs são organismos geneticamente modificados e os organismos transgénicos também são organismos geneticamente modificados’ (QD5); 10 alunos justificam-no com o facto de ambos terem características diferentes das iniciais, exemplificando-se através da resposta ‘ambos os organismos foram alterados’ (QA13) – todas estas justificações são também ideias veiculadas pelos manuais escolares e confirmam as ideias de Leite (1999) e de Stern & Roseman (2004), quando referem que a informação que o manual apresenta nem sempre é correcta, do ponto de vista científico e muitas vezes é absorvida, sem a noção do erro.

Outras relações estabelecidas entre OGMs e transgênicos são, por ordem decrescente: os OGMs produzem transgênicos (14,0% dos alunos – oito alunos), exemplificada pela resposta, ‘os organismos transgênicos provêm dos OGMs’ (QG4); os transgênicos são os OGMs que entram na nossa alimentação (7,0% dos alunos – quatro alunos), exemplificada pela resposta, ‘os transgênicos são OGMs, só que dá-se o nome de transgênico quando entram na nossa alimentação’ (QE22). Estas ideias são também veiculadas pelos manuais escolares, nomeadamente pelo manual M1, quando refere que ‘Os produtos alimentares produzidos pelos OGMs, são denominados alimentos transgênicos’ (P.84).

Da análise da tabela 32, verifica-se que 84,8% dos alunos não fundamentaram essas dúvidas. Em relação aos restantes alunos, todos eles estabelecem alguma relação entre OGMs e transgênicos (3 alunos dizem que os OGMs são transgênicos, um aluno faz a distinção correcta entre OGMs e transgênicos) com excepção de um aluno que mostra de facto uma dúvida ‘Os OGMs são organismos modificados e os transgênicos podem não o ser’ (QD11).

Tabela 32 - Fundamentação dos alunos que tinham dúvidas na relação entre OGMs e transgênicos

| Categoria | Alunos (n= 33) | |
|---|-------------------|------|
| | f | % |
| Os OGMs são transgênicos | 3 | 9,1 |
| Distinção correcta entre OGMs e transgênicos | 1 | 3,0 |
| OS OGMs são modificados e os transgênicos podem não o ser | 1 | 3,0 |
| Outro | 0 | 0,0 |
| Não responde | 28 | 84,8 |

O mesmo se aplica em relação aos dois alunos que assumiram não haver relação entre OGMs e transgênicos, pois nenhum deles fundamentou essa ausência de relação.

Este tipo de fundamentação, ou da falta dela, remete para a baixa estimulação da reflexão, verbalização e debate de ideias próprias dos alunos, proporcionada por todos os manuais analisados.

Sobre o conceito de transgénico, podemos considerar em síntese que:

- Pouco mais de metade dos alunos tinha ouvido falar em transgénico aquando da aplicação do questionário e destes:
 - poucos demonstraram ter uma ideia correcta do conceito de transgénico;
 - a maioria manifestou ter concepções alternativas sobre o conceito, sendo as mais relevantes:
 - um transgénico é um organismo cuja informação genética foi modificada;
 - os conceitos de transgénico e de OGM são sinónimos;
 - um transgénico é um organismo obtido a partir de um OGM (10,4%); um transgénico é um alimento GM;
 - os transgénicos são clones.
- dos alunos que já tinham ouvido falar em OGMs, a maioria reconhece a existência de relação entre estes e os transgénicos, e, dos restantes, quase todos tinham dúvidas em relação a isso. Apenas dois alunos consideraram não haver relação entre aqueles conceitos;
- do universo de alunos que consideram a existência de relação entre transgénicos e OGMs:
 - apenas dois alunos estabeleceram a relação correcta entre aqueles conceitos;
 - os restantes alunos apresentaram concepções alternativas idênticas a informações veiculadas nos manuais escolares.

Em síntese, podemos considerar que, possivelmente, as diferentes concepções dos alunos em relação aos OGMs e aos transgénicos terão sido veiculadas pelo manual utilizado no ensino das ciências, uma vez que há uma concordância grande entre as ideias veiculadas pelo manual e as ideias demonstradas pelos alunos.

Por outro lado a argumentação fraca e demasiado genérica da maioria dos alunos em relação à sua opinião perante os OGMs, pode ser o reflexo da falta de espaço e de ênfase do manual para a reflexão, a explicitação de ideias próprias e o seu debate, bem como da forma demasiado informativa e afirmativa como o manual apresenta estes temas.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Neste capítulo, apresentamos as conclusões dos estudos efectuados (5.2), discutimos as implicações dos resultados da investigação (5.3) e fazemos sugestões para futuras investigações (5.4).

5.2. Conclusões da investigação

As conclusões da nossa investigação resultam dos dados obtidos nos dois estudos efectuados, os quais foram direccionados de modo a responderem ao objectivo geral da investigação.

No que concerne ao estudo 1, em que analisámos o conteúdo dos manuais escolares de Ciências Naturais, 9º ano, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel, sobre os OGMs, constatámos que:

- os manuais dedicam poucas páginas aos OGMs e às suas implicações, aspecto que é comum a outros temas actuais (Tizioto & Araújo, 1997), controversos (Snyder & Broadway, 2004) e sócio-científicos (Reis, 2004);
- a propósito do conceito de OGM, apenas o manual M1 apresentava esse conceito, o qual estava cientificamente correcto. Em oposição, todos os manuais apresentavam um conceito de transgénico: o manual M1 considerava que ‘os transgénicos são produtos alimentares obtidos a partir dos OGMs; os manuais M2 e M3 consideravam OGMs e transgénicos como termos equivalentes. Este facto confirma as ideias de Leite (1999) e de Stern & Roseman (2004), quando referem que a informação que o manual apresenta nem sempre é correcta do ponto de vista científico;

- a relação dos OGMs com outros temas ou assuntos é reduzida, o que vai de encontro às ideias de Pedrosa & Leite (2005), quando referem que os manuais dão um tratamento excessivamente disciplinar aos assuntos , com insuficiente ligação ao quotidiano dos alunos;
- a referência à situação dos OGMs em Portugal é limitada à área de cultivo do milho e a referência à regulamentação dos OGMs está confinada à rotulagem obrigatória para produtos alimentares com mais de 0,5% de OGMs;
- quanto aos exemplos de OGMs, estes variam consoante o manual, sendo os mais frequentes de plantas e pertencentes à primeira geração de OGMs. Paralelamente, todos os manuais referem muito sucintamente a existência de microrganismos GM e exemplos das suas potencialidades em termos médicos;
- no que concerne às vantagens e desvantagens dos OGMs, elas são apresentadas de forma pontual, ilustrativa, genérica e com baixa estimulação da indagação, sendo apresentadas mais como factos do que como elementos de debate, o que vai de encontro às ideias de Santos (2004), quando refere que os manuais não estimulam a existência de diferentes perspectivas da realidade, nem promovem o desenvolvimento do espírito científico, nem a existência de debates;
- em relação às actividades propostas pelos manuais, todos os manuais sugerem trabalho de pesquisa, com recurso a outras fontes de informação e apresentação final. No entanto, as actividades de pesquisa propostas pelos manuais M1 e M2, são longas, com elevado grau de abstracção, pouco dirigidas e de morosa discussão. O manual M3 propõe uma actividade de pesquisa mais simples, mas mais direccionada e mais exequível;
- quanto às actividades de tipo papel e lápis, elas são maioritariamente de tipo repetitivo e de reforço de aprendizagens, aspecto que, segundo Martinez Losada *et al.* (1999), não fomenta o desenvolvimento de capacidades de análise ou de resolução de problemas, nem desafia os estudantes a desenvolver o seu sentido crítico ou o raciocínio lógico;

- em relação às imagens presentes nos manuais, elas são quase todas ilustrativas, não acrescentando informação ao texto que as acompanha. A única imagem que não é meramente ilustrativa, surge no manual M3 e, se por um lado, pode facilitar a construção do conhecimento pelo aluno em relação aos processos de obtenção de organismos transgénicos, por outro tem limitações que podem induzir ou reforçar concepções alternativas do aluno. Este é um aspecto importante dos manuais pois, tal como referem Leite & Afonso (2001), muitas das concepções alternativas persistem durante o ensino das ciências, mesmo quando se adoptam estratégias de tipo construtivista;
- a localização de assuntos como os OGMs e a clonagem em dupla página e, por vezes, sem separação nítida entre eles, pode levar a confusão entre estes conceitos;
- todos os manuais analisados fazem breve referência ao facto de a sociedade dever ter um papel activo na monitorização dos riscos dos OGMs.

Em relação ao estudo 2, em que identificámos as concepções e opiniões dos alunos do concelho de Penafiel, no final do 3º ciclo, relativamente aos OGMs, através de um questionário, constatámos que:

- quase todos os alunos reconheceram ter ouvido falar de OGMs e que tal aconteceu principalmente nas aulas, tendo o manual escolar sido um dos veículos dessa informação;
- com menor frequência, alguns alunos referiram ter ouvido falar em OGMs noutros contextos, entre os quais a internet e diversos meios audiovisuais. O facto de o número de respostas que referem estes meios ser bastante inferior ao número de respostas que referem 'aulas' ou 'manual', evidencia que apesar da multiplicidade de suportes de informação, nomeadamente os suportes informáticos e audiovisuais, o manual escolar continua a ser o suporte de aprendizagem mais comum aos diferentes actores do ensino das ciências e aquele que tem mais relevância para professores e alunos, tal como referem Tormenta (1996), Santos (2001), Snyder & Broadway (2004) e Roseman (2010);

- apenas cerca de metade dos alunos apresentou o conceito de OGM cientificamente correcto, enquanto que 12,2% dos alunos deram respostas em que parece haver aproximação do seu conceito de OGM ao conceito de transgénico e 5,3% dos alunos consideram que os OGMs são clones. Estas concepções podem ter a ver com a forma como os conceitos são apresentados nos manuais, pois nos manuais M2 e M3 os transgénicos são apresentados como equivalentes dos OGMs e nos manuais M1 e M2 não há uma separação gráfica entre as secções do manual dedicadas aos OGMs e aos clones;
- em relação aos exemplos de OGMs referidos pelos alunos, eles são muito variados sendo que os mais referidos pelos alunos constam dos manuais escolares: O maior número de exemplos de OGMs apresentados pelos alunos é de plantas, tendo os exemplos mais frequentes sido o milho, 'arroz dourado', tomate. Este facto reforça a ideia de o manual ser um elemento central no ensino das ciências;
- alguns alunos referem como exemplos de OGMs, clones ou 'clonagem', o que pode ser devido à ausência de separação gráfica evidente entre as secções dedicadas a estes assuntos;
- apesar de todos os manuais fazerem referência a microrganismos GM, apenas dois alunos os dão como exemplos. Este facto pode ter a ver com a forma como estes microrganismos são apresentados nos manuais, já que a referência é meramente pontual, valorizando-se mais os produtos sintetizados pelos microrganismos GM do que os próprios organismos;
- A maioria dos alunos não rejeita os OGMs apresentados, mas muitos alunos demonstraram ter reservas na sua utilização e estão mais receptivos à utilização de OGMs de tipo não alimentar do que aos OGMs de tipo alimentar;
- os argumentos utilizados pelos alunos para comprar, ou não, produtos com OGMs são vários, sendo o argumento mais frequente as possíveis implicações dos OGMs;
- em relação à fundamentação de compra/rejeição de OGMs, a utilização de argumentos que não estão directamente relacionados com estes organismos, como o aspecto ou o sabor do produto, é mais frequente no caso da compra de um OGM de

tipo não alimentar (t-shirt) do que na compra de um OGM de tipo alimentar (óleo alimentar), sinal de que, muitas vezes, quando o produto é um objecto de desejo, não é valorizado o facto de o mesmo poder conter OGMs;

- ainda em relação à fundamentação de compra/rejeição de OGMs, muitos alunos referem que ‘o alimento tem um ingrediente GM’, sem qualificarem esse facto (presumimos que esse facto é positivo ou negativo, consoante a opção tomada em relação à compra do OGM), o que evidencia a existência de explicações vagas, generalistas e pouco consistentes, possivelmente devido à reduzida reflexão e debate destes assuntos;
- a renitência de alguns alunos em utilizarem os OGMs e o carácter vago e generalista das suas explicações acentuou-se quando foi pedido aos alunos que se identificassem com a opinião de uma das personagens intervenientes no diálogo sobre OGMs. Constatámos que as ideias com as quais os alunos mais se identificaram foram ‘os OGMs não devem ser utilizados pois resultam de interferência intencional do Homem na natureza’ e ‘os OGMs comportam riscos para a saúde e o ambiente’. No entanto, a fundamentação apresentada pelos alunos é, de uma forma geral, vaga, genérica e pouco acrescenta em relação à opinião da personagem (11,4% dos alunos referem mesmo que a opinião da personagem é idêntica à sua), aspecto a que não será alheio o facto de os manuais terem poucas referências às vantagens e riscos dos OGMs e de as apresentarem de forma vaga e genérica. O reduzido espaço para o debate e a indagação podem também contribuir para este tipo de fundamentação, uma vez que a sua incrementação levaria os alunos a argumentar, a expressar e a discutir as suas ideias, construindo uma opinião mais fundamentada;
- as opiniões dos alunos nem sempre são coerentes, havendo muitas vezes alteração consoante a situação apresentada, o que demonstra que as opiniões dos alunos em relação aos OGMs não são ainda definitivas e evidencia a necessidade de se promover a reflexão e a discussão destes assuntos;
- em relação ao conceito de transgénico, podemos concluir que o mesmo é desconhecido para muitos alunos, pois do nosso estudo pouco mais de metade dos alunos tinham ouvido falar em transgénico aquando da aplicação do questionário.

Para além disso, dos 96 alunos que dizem conhecer o conceito, apenas 11 têm uma noção cientificamente correcta do conceito de transgénico;

- as concepções sobre transgénicos foram as seguintes: um transgénico é um organismo cuja informação genética foi modificada; transgénico e OGM são conceitos equivalentes; um transgénico é um organismo obtido a partir dos OGM; um transgénico é um alimento GM; os transgénicos são clones. Perante estas concepções e o conteúdo existente nos manuais relativamente a este assunto, podemos concluir que as mesmas podem ser induzidas ou reforçadas pelo conteúdo dos manuais;
- dos alunos que já tinham ouvido falar em transgénicos, a maioria reconhece a existência de relação entre estes e os OGMs, mas apresenta ideias que não estão correctas e que são idênticas a informações veiculadas nos manuais escolares, nomeadamente transgénicos e OGMs são termos equivalentes; os OGMs produzem transgénicos; os transgénicos são os OGMs que entram na nossa alimentação. Apenas um aluno conseguiu estabelecer a relação correcta entre aqueles conceitos;

Cruzando as conclusões tiradas nos dois estudos, podemos dar resposta ao objectivo geral da investigação (averiguar se existirá alguma relação entre a abordagem proposta pelos manuais escolares para os OGMs e as concepções e opiniões de alunos, do concelho de Penafiel, no final do 3º ciclo, sobre esses organismos). Assim, podemos concluir que, por norma, as concepções dos alunos daquele concelho em relação aos OGMs estão de acordo como conteúdo dos manuais, o que permite concluir que o conteúdo dos manuais é determinante para as mesmas. Em relação às opiniões dos alunos, não podemos dizer que as mesmas estão de acordo com o conteúdo do manual, pois este não faz qualquer juízo de valor em relação aos OGMs, apresentando apenas informação sobre o assunto. No entanto, a falta de espaço e de propostas nos manuais que possibilitem a reflexão, a indagação e a discussão deste assunto leva a que a fundamentação que sustenta as opiniões manifestadas pelos alunos seja vaga, demasiado genérica e, por vezes, contraditória.

5.3 Implicações dos resultados da investigação

Os estudos levados a cabo nesta investigação conduziram a resultados que têm implicações para o conteúdo dos manuais, para o ensino formal das ciências, para as orientações curriculares e para a formação científica do cidadão comum.

Ao nível do conteúdo dos manuais, os estudos realizados evidenciam a necessidade de os autores dos manuais deverem ter muito cuidado quanto ao conteúdo dos mesmos, pois o manual veicula informação que nem sempre está correcta e que pode induzir ou reforçar concepções alternativas. Além disso, os manuais devem dar maior destaque e espaço a estes assuntos, que pela sua natureza sócio-científica e controversa podem ser socialmente fracturantes, exigindo cidadão informados, interventivos e responsáveis. A formação de cidadãos com estas características carece de tempo e de actividades que promovam a reflexão e a discussão de ideias próprias e fundamentadas, as quais devem ser proporcionadas pelo manual escolar, atendendo ao estatuto que ele tem na educação em ciências

No que diz respeito ao ensino formal das ciências, os resultados obtidos aconselham que os professores e os alunos tenham uma opinião crítica em relação ao conteúdo do manual e que os professores desenvolvam estratégias complementares sempre que o conteúdo e as actividades propostas pelo manual não sejam suficientes para que se verifique a mobilização e utilização de saberes científicos, tecnológicos, culturais e sociais, pelos alunos.

Relativamente às orientações curriculares, os resultados demonstram a falta de reflexão e de discussão sobre assuntos sócio-científicos. Apesar de ser explicitamente referido nas orientações curriculares que os alunos devem ter oportunidade de reflectir sobre algumas aplicações e possíveis consequências da manipulação do material genético, esse tipo de actividade é demorada e requer o dispêndio de tempo lectivo, o que muitas vezes se torna difícil de compatibilizar com o cumprimento dos conteúdos programáticos.

No que concerne à formação científica do cidadão comum, constata-se que, em relação aos OGMs, os alunos concluem o ensino básico com ideias vagas e que nem sempre estão correctas: é importante que haja momentos de aprendizagem ao longo da vida e que os cidadãos sejam dotados de ferramentas, durante a sua passagem pela escola, que lhes permitam analisar criticamente a informação que vão recebendo de terceiros ou que lhes chega através da comunicação social. Deste modo, o cidadão comum poderá empenhar-se em debater de forma fundamentada e responsável estes assuntos, contribuindo activamente para a situação

dos OGMs na comunidade onde se insere, sem ter que seguir acriticamente orientações emanadas por líderes de opinião ou grupos de pressão.

5.4 Sugestões para futuras investigações

Para finalizar o capítulo, apresentamos sugestões para futuras investigações, as quais podem ser capazes de esclarecer aspectos que poderão não ter sido completamente esclarecidos na investigação desenvolvida ou que, dadas as limitações da investigação, não foram abordados. Sugerimos ainda investigações sobre assuntos próximos da nossa investigação, e que podem articular com esta alargando, o âmbito da mesma.

Assim, sugerimos a realização de investigações sobre a problemática dos OGMs:

- noutras zonas do país, de modo a averiguar que concepções e opiniões relativamente aos OGMs têm alunos que vivem em contextos geográficos, sociais, culturais e económicos diferentes;
- com alunos do ensino secundário, de modo a verificar se os resultados obtidos no nosso estudo persistem após o ensino do mesmo tema no ensino secundário, nomeadamente na disciplina de Biologia, 12º ano;
- em que a recolha de dados junto dos alunos ocorra por entrevista, de modo a aprofundar as suas ideias, confirmando, ou não, as conclusões da nossa investigação;
- com os professores, no sentido de se identificarem as suas concepções em relação aos OGMs; as estratégias que utilizam quando leccionam o tema; o modo como exploram o conteúdo do manual escolar; as principais dificuldades e dúvidas dos alunos. Esta investigação pode ajudar a perceber como é leccionado o tema e aprofundar as conclusões da nossa investigação.

Em relação a outros assuntos:

- investigações sobre as alternativas aos OGMs como a agricultura biológica ou outros meios de apuramento da espécie (hibridização, selecção de sementes, mutação) podem ser importantes para comparar opiniões e concepções dos alunos em relação aos OGMs e em relação às suas alternativas, bem como fornecerem elementos para um debate fundamentado e responsável sobre, por exemplo, os processos de produção de alimentos;
- a realização de investigações sobre temas que se situem na vizinhança do nosso estudo, como a clonagem ou a terapia genética podem permitir verificar se existe concordância e elementos comuns entre elas e, assim, alargar as conclusões da nossa investigação à engenharia genética;
- investigações sobre outros temas sócio-científicos, de que são exemplos assuntos relacionados com o desenvolvimento sustentável (energia, implicações das medidas de combate à poluição, gestão de recursos, co-inceneração de resíduos) ou com as radiações a que estamos expostos (radiação solar, radiação dos telemóveis), podem permitir verificar se existe concordância e elementos comuns entre elas e, assim, alargar as conclusões da nossa investigação às controvérsias sócio-científicas. Estas investigações podem envolver os autores dos manuais na tentativa de se identificar o porquê de ser dado pouco destaque e espaço a temas sócio-científicos nos manuais, na tentativa de perceber se isso se deve a critérios editoriais, ao cumprimento das orientações curriculares emanadas do ministério da educação ou a opções pessoais dos próprios autores.

Com esta investigação pretendemos contribuir para o conhecimento das opiniões e concepções dos alunos em relação aos OGMs, no final do ensino básico, e das suas causas. Dos resultados obtidos pode inferir-se que a maioria dos alunos não rejeita os OGMs e que, de um modo geral, têm poucos conhecimentos correctos em relação ao assunto; algumas concepções alternativas; as suas opiniões são pouco fundamentadas; estão pouco capacitados para serem cidadãos participativos num debate fundamentado e responsável sobre o tema. Podemos ainda

constatar que, na sua maioria, as suas concepções são idênticas às veiculadas pelo manual escolar.

Temos consciência que este é um trabalho modesto com poucas repercussões ao nível do ensino das ciências, no entanto, se contribuir para a reflexão sobre o ensino dos OGMs ou se suscitar o desenvolvimento de outros trabalhos, já terá valido a pena.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ametller, J. & Pintó, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 285-312.

Anderson, K., Damania, R. & Jackson, L. (2004). Trade, Standards, and the political economy of genetically modified food. The World Bank - Development research group. Washington.

Anderson, K., Jackson, L. & Nielsen, C. (2004). Genetically Modified Rice Adoption: implications for welfare and poverty alleviation. The World Bank - Development research group. Washington.

Annerberg, R. (2003). The present status of the use of genetically modified crops in the eu - the current situation and a vision for the future. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 53 (4), 14 -18.

Bardin, L. (2004). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Belo, J. Vieira, P. & Sottomayor, M. (2006). Organismos (eucariotas) geneticamente modificados. In Videira, A. (coord.). *Engenharia genética: princípios e aplicações*. Lisboa: Lidel. 115-154.

Borém, A., Santos, R. & Bowen, D. (2003). *Undersatnding Biotechnology*. New Jersey: Prentice Hall.

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), 363-381.

Campanario, J. & Otero, J. 2000. La comprension de los libros de texto. In Palacios, F. J. & Leon, P. *Didactica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil, p. 323 – 338.

Carrascosa Alis, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Eureka*, 3(1), 77-88.

Carter, L. (2008). Sociocultural influences on science education: innovation for contemporary times. *Science Education*, 92 (1), 165-181.

Castéra, J., Bruguière, C. & Clément, P. (2008). Genetic diseases and genetic determinism models in French secondary school biology textbooks. *Journal of Biological Education*, 42 (2), 53-59.

Chern, W.S., & Rickertsen, K. (2001). Consumer acceptance of GMO: Survey results from Japan, Norway, Taiwan and the United States. *Taiwanese Agricultural Economic Review*, 7(1), 1-28.

Corazza-Nunes, M. *et al.* (2007). O que conhecem os estudantes do ensino médio e ensino superior sobre transgênicos. *In VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Costa, J., Caldeira, H., Gallástegui, J. & Otero, J. (2000). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 602-614.

COTEC (2006). Biotecnología y alimentación. Madrid: COTEC.

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37 (1), 59-73.

De Ketele, J. & Roegiers, X. (1993). *Metodologia da recolha de dados. Fundamentos dos métodos de observações, de questionários, de entrevistas e de estudo de documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.

DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

DEB (2001). *Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.

DGIDC (2009). Critérios de apreciação de manuais: Critérios de apreciação dos manuais para o ano lectivo de 2009/2010. Disponível em <http://sitio.dgdc.min-edu.pt/manuaiscolares/Paginas/criterios.aspx> (acedido em 22/10/10)

Duch, B. (2001). Writing problems for deeper understanding. *In* B. Duch, S. Groh & D. Allen (Eds.). *The Power of Problem-Based Learning – A practical “how to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia: Stylus Publishing, 47-55.

Fanarol, M., Oterol, M. & Greca, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).

Fernandez-Cornejo, J. & Caswell, M. (2006). The first decade of genetically engineered crops in the United States. United States Department of Agriculture, Economic Information Bulletin Number 11.

Ferreira, P. & Justi, R. (2004). A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 6 (1).

Firmino, M. (2007). Biotecnologia – estudo exploratório das percepções e atitudes de professores e estudantes. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Porto.

Fuck, M. & Bonacelli, M. (2009). Sementes geneticamente modificadas: (in)segurança e racionalidade na adoção de transgénicos no Brasil e na Argentina. *Revista CTS*, 12 (4), 9 – 30.

Gall, M., Gall, J & Borg, W. (2003). *Educational research: an introduction*. Boston: Pearson Education.

Galvão, C. & Reis, P. (2008). *A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão*. Comunicação apresentada no V Seminário Ibérico / I Ibero-americano CTS no Ensino das Ciências, Aveiro, Julho.

García Barros, S. & Martínez Losada, C. (2003). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 5-16.

Gérard, F-M. & Roegiers, X. 1998. *Conceber e avaliar manuais escolares*. Porto: Porto Editora.

Gilbert, J., Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanation, part 1: Horses for courses? *International Journal of Science education*, 20 (1), 83-97.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in turkish biology textbooks. *Science Education*, 93 (3), 422-447.

James, C. (2008). *Global status of commercialized biotech/GM crops: 2008*. New York: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, Brief n° 39.

Johnsen, E. (1996). *Libros de texto en el calidoscopio: estudio crítico de la literatura y la investigación sobre los textos escolares*. Barcelona: Ediciones Pomares –Corredor.

Klop, T. & Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: a study among dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, 29 (5), 663 – 679.

Leite, L. (1999). Heat and temperature: an analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88.

Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. *In* Sequeira, M. *et al.* (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 91 - 108.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *In* Departamento do Ensino Secundário (Ed.). *Cadernos didáticos de Ciências* (pp.777-96). Lisboa: Ministério da Educação.

Leite, L. & Afonso, A. (2001). Portuguese school textbooks' illustrations and students' alternative conceptions on sound. *In* Pinto, R. & Surinach, S. (Eds). *Physics Teacher Education Beyond 2000*. Paris: Elsevier, 167-170.

Leite, L. & Esteves, E. (2005). Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).

Lönnroth, M. (2003). The use of gm crops in comparison with previously ethically loaded issues in the relationship between man and nature. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 53 (4), 68 - 72.

Losada, L. *et al.* (1999). Enseñar Ciências en Educacion Primaria: ¿Qué Tipos de Actividades Realizam los Profesores?. *In* García-Barros, S. *et al.* (Orgs.). *La Didáctica de las Ciências. Tendencias Actuales*. A Coruña: Universidade da Coruña. 199 – 210.

Martínez Losada, C. & Garcia Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y eso incluidas en libros escolares. ¿qué objetivo persiguen? ¿qué procedimientos enseñan?. *Enseñanza de las Ciências*, 21 (2), 243-264

Martinez Peña, B. & Gil Quilez, M. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1125 – 1135.

Martínez-García, M., Gil-Quílez, M. & Osada, J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1148 – 1168.

Matthews, M. (2009). Science, worldviews and education: an introduction. *Science Education*, 18, 641-666.

McMillan, J. & Schumacher, S. (2006). *Research in education: evidence – based inquiry*. Boston: Pearson Education

Membiela, P. (2002). Una Revisión del Movimiento CTS en la Enseñanza de las Ciencias. In Membiela, P. (Eds.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad -Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, 91-107.

Mohapatra, A., Priyadarshini, D. & Biswas, A. (2010). Genetically modified food: knowledge and attitude of teachers and students. *Journal of Science Education and Technology*. 19 (5), 489 – 497.

Moradas-Ferreira, P. (2006). Estratégias de produção em microrganismos. In Videira, A. (coord.). *Engenharia genética: princípios e aplicações*. Lisboa: Lidel. 109-114.

Morgado, J. (2004). *Manuais escolares: contributo para uma análise*. Porto: Porto Editora.

Munn, M. *et al.* (1999). The involvement of genome researchers in high school science education. *Genome Research*, 9(7), 597-607.

Neto, J. & Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9 (2), 147-157.

Olson, E. & Iskandar, S. (1996). Enhancement of Opportunities for Low-Ability Students with STS. In Yager, R. (Eds.). *Science/Technology/Society as reform in science education*. New York: State University of New York Press, 109-118.

Oulton, C., Dillon, J. & Grace, M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26 (4), 411-423.

Pedrancini, V. *et al.* (2007). Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 299-309.

Pedrancini, V. *et al.* (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de estudantes do ensino médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, 14 (1), 135-146.

Pedrosa, M. & Leite, L. (2005). Educação em ciências e sustentabilidade na Terra: Uma análise das abordagens propostas em documentos oficiais e manuais escolares. *In Actas do XVIII Congreso de ENCIGA*. Ribadeo.

Pekmez, E., Johnson, P., & Gott, R. (2005). Teachers' understanding of the nature and purpose of practical work. *Research in Science and Technological Education*, 23(1), 3-23.

Phillips, L. & Norris, S. (2009). Bridging the gap between the language of science and the language of school science through the use of adapted primary literature. *Research Science Education*, 39 (3), 313-319.

Pozzer, L. & Roth, W. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (10), 1089-1114.

Prokop, P., Kováb, A., Kubiátko, M. & Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29 (7), 895-907.

Reis, P. (2004). Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Dissertação de Doutoramento (não publicada), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Reis, P. (2008). A escola e as controvérsias sociocientíficas: perspectivas de alunos e de professores. Lisboa: Escolar Editora.

Roseman, J., Stern, L. & Koppal, M. (2010). A method for analyzing the coherence of high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (1), 47–70.

Sadler, T., Chambers, W. & Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.

Sáez, M., Niño, A. & Carretero, A. (2008). Matching society values: students' views of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 30 (2), 167 – 183.

Santo, E. (2006). Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno. Auscultação a alunos e professores. *Revista Lusófona de Educação*, 8, 103-115.

Santos, M. (2001). *A cidadania na “voz” dos manuais escolares: O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M. (2004). Educação pela Ciência e Educação sobre Ciência nos manuais escolares. *In II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências*. Burgos: Universidade de Burgos, 76–89.

Santos, E. (2006). Ensino de ciências e literacia científica: o caso dos organismos geneticamente modificados. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.

Sehnal, F. & Drobnik, J. (2009). *White book genetically modified crops: Scientific opinion of czech researchers working with GMO*. Praga: Biology Centre of the Academy of Sciences of the Czech Republic.

Silva, C., Ferreira, C. & Carvalho, G. (2009). Doenças genéticas e determinismo genético em manuais escolares: comparação entre Portugal e França. *In Actas do V Seminário Internacional / II Ibero-Americano de Educação Física, Lazer e Saúde*. São Miguel: Universidade dos Açores.

Skogstad, G. (2003). Legitimacy and/or policy effectiveness? Network governance and GMO regulation in the European Union. *Journal of European Public Policy*, 10(3), 321 – 338.

Snyder, V. & Broadway, F. (2004). Queering High School Biology Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (6), 617-636.

Stern, L. & Roseman, J. (2004). Can middle school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061's curriculum evaluation study: life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538–568.

Tizioto, P. & Araújo, E. (1997). *Biotecnologia e bioética nos livros didáticos*. Trabalho apresentado no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, Novembro.

Tormenta, 1996. *Manuais escolares. Inovação ou tradição?* Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P. & Ozelk, M. (2009). Biotechnology education - high school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology: a turkish experience. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37 (2), 123–130.

Varzakas, T., Arvanitoyannis, I. & Baltas, H. (2007). The politics and science behind GMO acceptance. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4), 335 - 361.

Winham, G. (2009). The GMO Panel: Applications of WTO Law to Trade in Agricultural Biotech. *Products Journal of European Integration*, 31 (3), 409 - 429.

Wynne, B. (2001). Creating public alienation: expert cultures of risk and ethics on gmos!. *Science as Culture*, 10: 4, 445 – 481.

Yarden, H. & Yarden, A. (2010). Learning using dynamic and static visualizations: student's comprehension, prior knowledge and conceptual status of a biotechnological method. *Research in Science Education*, 40 (3), 375 – 402.

Zarilli, S. (2005). *International trade in GMOs and GM products: National and multilateral legal frameworks*. New York: United Nations conference on trade and development.

LEGISLAÇÃO CONSULTADA E REFERENCIADA

Decreto-Lei n.º 369/90 de 26 de Novembro. *Diário da República n.º 273 – Série I*. Ministério da Educação. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 47/2006 de 28 de Agosto. *Diário da República n.º 165 – 1.ª Série*. Ministério da Educação. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 115/97 de 19 de Setembro. *Diário da República n.º 217/97 – Série I-A*. Ministério da Educação. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 46/86 de 14 de Outubro. *Diário da República n.º 237/86 – Série I*. Ministério da Educação. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 49/2005 de 30 de Agosto. *Diário da República n.º 166/05 – Série I-A*. Ministério da Educação. Lisboa.

Directiva 2001/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Março de 2001

Directiva 90/220/CEE do Conselho, de 23 de Abril de 1990,

Protocolo de Cartagena sobre segurança biológica

Regulamento (CE) n° 1829/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Setembro de 2003

Regulamento (CE) n° 1830/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Setembro de 2003

ANEXOS

**ANEXO I - Lista dos manuais de Ciências Naturais, 9º ano, adoptados
nas escolas do concelho de Penafiel**

Manuais de Ciências Naturais, 9º ano, adoptados nas escolas do concelho de Penafiel.

Manual M1:

Antunes, C., Bispo, M. & Guindeira, P. (2009). *Novo Descobrir a Terra 9*. Porto: Areal Editores.

Manual adoptado nas escolas:

Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Paço de Sousa

Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Penafiel n.º 2

Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos com Ensino Secundário do Pinheiro

Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Joaquim de Araújo - Penafiel

Manual M2:

Mesquita, A., Silva, A., Gramaxo, F., Félix, J. Baldaia, L. & Santos, M. (2008). *Planeta vivo 9*. Porto: Porto Editora.

Manual adoptado na Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos D. António Ferreira Gomes,

Manual M3:

Motta, L. & Viana, M. A. (2008). *Bioterra 9*. Porto: Porto Editora.

Manual adoptado nas escolas:

Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Penafiel n.º 3

Escola Secundária com 3.º Ciclo do Ensino Básico Penafiel N.º 1

ANEXO II – Grelha de análise de manuais

Grelha de análise de manuais

| Dimensão | Categorias | Manuais escolares | | |
|---|--|-------------------|----|----|
| | | M1 | M2 | M3 |
| Conceito de OGM | Não faz referência ao conceito de OGM | | X | |
| | Refere o acrónimo OGM | | | |
| | Refere o significado do acrónimo OGM | | | X |
| | Define correctamente Organismo Geneticamente Modificado | X | | |
| Relação dos OGMs com organismos transgénicos | Apresenta o conceito de organismo transgénico, mas não o relaciona com o de OGM | | X | |
| | Apresenta OGM como sinónimo de organismo transgénico | | | X |
| | Distingue correctamente OGM de organismo transgénico | | | |
| | Distingue incorrectamente OGM de organismo transgénico | X | | |
| Relação dos OGMs com outros temas ou assuntos | Relaciona OGM com assuntos do quotidiano dos alunos. | X | X | X |
| | Relaciona OGM com conteúdos de outras disciplinas. | X | | X |
| | Relaciona OGM com conteúdos de outras unidades didácticas da própria disciplina. | X | X | X |
| Exemplos de OGMs mencionados | Milho resistente a pragas | X | X | X |
| | Soja resistente a pragas | X | | |
| | Algodão resistente a pragas | X | | |
| | Arroz dourado | X | | |
| | Tomate com amadurecimento retardado | | X | |
| | Banana produtora de vacinas | | X | |
| | Galinhas que põe ovos com proteínas de combate a certas formas de cancro | | X | |
| | Morango com amadurecimento retardado | | | X |
| | Porco para xenotransplantes | | | X |
| | Porco produtor de ómega-3 | X | | |
| | <i>Escherichia coli</i> produtora de insulina | X | | X |
| Microrganismos produtores de vacinas | | X | X | |
| Situação dos OGMs em Portugal e no mundo | Refere os OGMs em Portugal | X | | X |
| | Refere os OGMs na Europa | | | |
| | Refere os OGMs no mundo | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Enquadramento legal dos OGMs | Menciona os normativos legais europeus relativos aos OGMs | | | |
| | Menciona os normativos legais portugueses relativos aos OGMs | | | X |
| Possíveis vantagens do uso dos OGMs | Vantagens a nível ambiental | X | X | X |
| | Vantagens a nível da saúde | X | X | X |
| | Vantagens a nível económico | X | X | X |
| Potenciais riscos do uso dos OGMs mencionados | Riscos a nível ambiental | | | X |
| | Riscos a nível da saúde | X | | X |
| | Riscos a nível económico | X | | |
| Recurso a outras fontes de informação sobre OGMs | Recurso à comunicação social | X | X | X |
| | Recurso à internet | X | X | |
| | Livros temáticos | X | X | |
| Relação entre as imagens e as concepções dos alunos | Susceptíveis de induzir concepções alternativas | X | X | X |
| | Susceptíveis de fomentar a construção de ideias correctas sobre os OGMs | | | |
| | “Neutra” | X | X | X |
| Actividades propostas aos alunos | Exercícios de papel e lápis | X | | X |
| | Trabalho de pesquisa | X | X | |
| | Debate | X | X | X |
| | Cartazes | | | |
| | Apresentação de trabalhos | X | X | |
| Perspectiva futura de utilização dos OGMs | Na saúde | | | |
| | No ambiente | | | |
| | Na economia | X | X | |
| Monitorização dos eventuais riscos dos OGMs | Sociedade | | X | X |
| | Cientistas | | | |
| | Políticos | | | |
| | Cidadãos | | | |
| Reacções aos OGMs | Cientistas | | | X |
| | Políticos | | | X |
| | Cidadãos | | | |
| | ONG | | | |
| | Ambientalistas | | | X |

X – Presença

ANEXO III – Questionário aplicado aos alunos

Este questionário pretende recolher informações sobre as concepções dos alunos do 9º ano de escolaridade acerca de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs).

As tuas respostas não serão usadas para efeitos da tua avaliação mas é importante que respondas o mais completamente possível a todas as questões, uma vez que pretendemos usar a informação recolhida através deste questionário para melhorar o ensino das ciências.

Parte I – dados pessoais e escolares

1. Turma: _____
2. Idade: _____ anos.
3. Sexo: masculino feminino
4. Frequentas o 9º ano: pela primeira vez pela segunda vez, ou mais

Parte II – concepções dos alunos sobre organismos geneticamente modificados

5. Já ouviste falar em Organismos Geneticamente Modificados (OGMs)?
Sim Não

| |
|---|
| Se respondeste “Não”, passa para a questão 10; Se respondeste “Sim”, continua a responder. |
|---|

5.1. Assinala o(s) contexto(s) em que ouviste falar *de*/ou leste *sobre* de OGMs:

- aulas
- manual escolar
- programas de televisão
- programas de rádio
- notícias de jornais
- artigos de revistas
- publicidade
- conversas com outras pessoas
- palestras
- sites da Internet
- filmes
- outro Qual? _____

6. Em tua opinião, o que é um Organismo Geneticamente Modificado (OGM)?

7. Dá três exemplos de OGMs.

Parte III – opiniões dos alunos sobre a utilização de organismos geneticamente modificados

8. A imagem seguinte apresenta parte do rótulo de uma garrafa de óleo alimentar comercializado em Portugal.



8.1. Se tivesses poder de decisão, comprarias esta garrafa de óleo?

Sim Talvez Não

8.1.1. Fundamenta a resposta que deste em 8.1.

9. Segundo a edição alemã do jornal *Financial Times* de 22/1/2010, algumas cadeias de lojas de pronto-a-vestir comercializam peças de vestuário fabricadas com fibras de algodão geneticamente modificado.

9.1. Se tivesses poder de decisão, comprarias t-shirts deste tipo?

Sim Talvez Não

9.1.1. Fundamenta a resposta que deste em 9.1.

10. Lê o seguinte texto

“No intervalo das aulas, um grupo de amigos do 9º ano comentava o assunto da aula de Ciências Naturais.

Manuel. Sabem? Desconhecia que os OGMs podem trazer vários benefícios às populações.

Rita: Sim, sim. Os OGMs podem trazer benefícios em diferentes áreas, como a saúde, o ambiente, a agricultura, a alimentação, a economia.

Mariana: No entanto, há muita gente que os contesta, alegando que a sua utilização comporta vários riscos para a saúde das pessoas e para o ambiente.

Pedro: Eu cá não sei muito sobre isso, mas não concordo com o facto de o Homem alterar intencionalmente a natureza.

Rui: Se querem saber a minha opinião, para mim, tanto faz! Desde que seja mais barato, tanto utilizo um produto geneticamente modificado, como um que não o seja.”

10.1. Com qual das personagens te identificas mais?

Manuel Rita Mariana Pedro Rui

10.2. Fundamenta a resposta que deste em 10.1.

Parte IV – concepções dos alunos sobre Organismos Transgénicos

11. Já ouviste falar em Organismos Transgénicos?

Sim Não

Se respondeste “Não”, terminaste de responder ao questionário;
Se respondeste “Sim”, continua a responder.

12. Em tua opinião, o que são Organismos Transgénicos?

Verifica a resposta que deste na pergunta 5. Se em 5 respondeste “Não”, terminaste de responder ao questionário;
Se respondeste “Sim”, continua a responder.

13. Existe alguma relação entre Organismos Geneticamente Modificados e Organismos Transgénicos?

Sim Não Tenho dúvidas

13.1 Fundamenta a resposta que deste em 13.

Chegaste ao fim do questionário. Muito obrigado pela tua colaboração.

ANEXO IV – Carta dirigida ao Director de cada escola

Exmo. Sr. Director

da Escola _____

Assunto: Pedido de autorização para aplicação de questionário

Eu, Luís Filipe Oliveira de Matos, professor do grupo 520, estou a desenvolver um trabalho de investigação sobre a problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum, para efeitos de dissertação de Mestrado em Ciências da Educação.

Neste contexto, venho por este meio solicitar a autorização para a aplicação de um questionário a uma turma do 9º ano da escola, sobre a referida temática.

Agradeço desde já a atenção e a colaboração prestadas.

Com os melhores cumprimentos

Penafiel, ____ de Abril de 2010

O Mestrando

(Luís Filipe Oliveira de Matos)